

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ



DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-2-130-145

УДК 338.47:658.5(045)

JEL M11, M21

Исследование влияния технологии 6G на стратегическое управление деятельностью операторов мобильной связи

Р.Ю. Уманский^а, В.О. Тихвинский^б, Т.А. Кузовкова^с^{а, с} Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), Москва, Российская Федерация;^б Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация;^б Севастопольский государственный университет (СевГУ), Севастополь, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Целями данного исследования является анализ перспективных тенденций развития технологии шестого поколения (6G), определение ключевых вызовов и возможностей эпохи 6G, связанных с изменением бизнес-моделей операторов мобильной связи (операторов), структуры их доходов и требований к инфраструктуре, а также оценка влияния полномасштабного внедрения 6G на трансформацию модели стратегического управления деятельностью операторов. Авторами в ходе работы был применен **метод** сравнительного анализа приоритетных целей развития технологии 6G и статистических данных о развитии сетей мобильной связи. Эмпирической базой исследования послужили аналитические отчеты и прогнозы ведущих аналитических агентств, а также результаты экспертных интервью с представителями российских и зарубежных операторов и исследовательских организаций, специализирующихся на изучении технологии шестого поколения. **Результатами исследования** стали выявленные и систематизированные приоритетные цели ее внедрения в условиях развития экономики данных; анализ эволюции услуг, оказываемых операторами мобильной связи при переходе на новые технологии; формирование основных подходов к изменениям в стратегиях операторов. **Новизна подхода** обусловлена предметом исследования – технологией 6G и постановкой задачи по выявлению взаимосвязи необходимости трансформации системы стратегического управления операторов в связи с ее разработкой и последующим внедрением. Авторами **статьи** также сформулированы основные предложения по формированию трансформационной модели стратегического управления операторами. **Практическая значимость** данного исследования заключается в предоставлении всем заинтересованным сторонам научно обоснованных рекомендаций и инструментов для успешной адаптации к технологическим и экономическим вызовам и возможностям, связанным с внедрением сетей 6G, в том числе касающихся стратегий развития бизнеса. **Ключевые слова:** операторы мобильной связи; технология 6G; стратегия развития; стратегическое управление; цифровые услуги; экономика данных; трансформация; инновации

Для цитирования: Уманский Р.Ю., Тихвинский В.О., Кузовкова Т.А. Исследование влияния технологии 6G на стратегическое управление деятельностью операторов мобильной связи. *Управленческие науки = Management Sciences*. 2025;15(2):130-145. DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-2-130-145

ORIGINAL PAPER

Study of the Impact of 6G Technology on the Strategic Management of Mobile Network Operators

R.Yu. Umanskiy^а, V.O. Tikhvinskiy^б, T.A. Kuzovkova^с^{а, с} Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUCI), Moscow, Russian Federation;^б Bauman Moscow State Technical University (BMSTU), Moscow, Russian Federation;^б Sevastopol State University (SevSU), Sevastopol, Russian Federation

ABSTRACT

The **objective** of this study is to analyze the emerging trends in the development of sixth-generation (6G) technology, to identify the key challenges and opportunities associated with the 6G era, including changes in mobile network operators' business models, revenue structures, and infrastructure requirements, and to assess the impact of full-scale 6G deployment

© Уманский Р.Ю., Тихвинский В.О., Кузовкова Т.А., 2025

on the transformation of strategic management models within mobile operators. The authors applied a comparative analysis **method**, examining priority development goals of 6G technology alongside statistical data on the evolution of mobile networks. The empirical basis of the research comprised analytical reports and forecasts from leading industry analysts, as well as expert interviews with representatives of Russian and international operators and research institutions specializing in 6G technology. The study's **findings** include the identification and systematization of priority objectives for 6G implementation in the context of the data economy; an analysis of the evolution of services provided by mobile operators during the transition to new technologies; and the formulation of fundamental approaches to changes in operator strategies. The **novelty** of the approach lies in the focus on 6G technology and the task of elucidating the interconnection between the necessity to transform operators' strategic management systems and the development and deployment of 6G. The authors also propose key recommendations for developing a transformational strategic management model for mobile operators. The **practical significance** of this study lies in offering scientifically grounded recommendations and tools to all stakeholders for successfully adapting to technological and economic challenges and opportunities associated with 6G network deployment, including those related to business development strategies.

Keywords: mobile network operators; 6G technology; development strategy; strategic management; digital services; data economy; transformation; innovation

For citation: Umanskiy R.Yu., Tikhvinskiy V.O., Kuzovkova T.A. Study of the impact of 6G technology on the strategic management of mobile network operators. *Upravlencheskie nauki = Management Sciences*. 2025;15(2):130-145. DOI: 10.26794/2304-022X-2025-15-2-130-145

ВВЕДЕНИЕ

Современная стратегия развития операторов мобильной связи и отрасли связи в целом должна основываться на анализе тенденций эволюции сетей мобильной связи и перспектив внедрения инновационных технологий. В контексте цифровой трансформации экономики Российской Федерации и реализации национальных программ «Цифровая экономика Российской Федерации»¹ и «Экономика данных»² особую актуальность приобретает исследование развития сетей 6G, коммерческое внедрение которых планируется начать с 2030 г. Последние рассматриваются как эволюционный этап в развитии телекоммуникационных технологий, призванный преодолеть ограничения сетей пятого поколения (5G) и обеспечить качественно новый уровень производительности, надежности и интеллектуализации. Их использование открывает перед операторами возможности для предоставления расширенного спектра услуг и решения задач, которые в сетях 5G представляются либо нереализуемыми, либо экономически неэффективными.

На каждом этапе развития отрасли связи смена технологий обуславливает не только изменение состава и структуры цифровых услуг, предлагаемых

операторами своим пользователям, но и оказывает значительное влияние на стратегическое управление их деятельностью. Потенциальная перестройка технологической парадигмы может привести к корректировке или глобальному пересмотру стратегических целей развития операторов, разработке и внедрению адаптированных или принципиально новых бизнес-моделей, а также существенным преобразованиям бизнес-процессов и организационной структуры операторов. Более того, переход к новой технологии мобильной связи оказывает влияние не только на их деятельность и отрасль в целом, но и стимулирует цифровую трансформацию отечественных предприятий и экономики страны.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ 6G И РАЗВИТИЕ УСЛУГ СВЯЗИ В СЕТЯХ 6G

Инвестиции в новые технологии в сфере телекоммуникаций в последние годы привели к существенным изменениям в обществе, трансформировали бизнес-процессы и повысили эффективность различных отраслей. Несмотря на то, что разработка и внедрение технологий (от 2G до 5G) сопровождалась появлением новых услуг, оптимизацией затрат и увеличением производительности, операторы столкнулись с проблемами роста выручки и прибыли [1]. В связи с этим ключевой задачей в эпоху сетей 6G является создание новых возможностей для преодоления подобных негативных тенденций, связанных со снижением темпов роста выручки и прибыльности, проявившихся при внедрении технологий 3G, 4G и 5G. Речь идет о формировании новой бизнес-моде-

¹ Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Минцифры (официальный сайт). URL: <https://digital.gov.ru/target/nacziionalnaya-programma-cifrovaya-ekonomika-rossijskoj-federaczii>

² Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства». URL: <http://government.ru/rugovclassifier/923/about/>

ли, обеспечивающей операторам значимую роль в цифровой трансформации, а также повышение доходов и маржинальности бизнеса. Решение поставленной задачи требует от менеджмента компаний, предоставляющих услуги мобильной связи, инновационного мышления и стратегического видения.

Сети 6G станут определяющей технологией развития мобильных телекоммуникаций. Данное утверждение обусловлено их значимостью как ключевого элемента инфраструктуры цифровой экономики на глобальном и национальном уровнях. Сети 6G обеспечат новые функциональные и технологические возможности, позволяющие трансформировать существующие услуги сетей 5G и преобразовать их в новые инновационные сервисы. Операторы 6G, в свою очередь, будут играть роль не только поставщиков услуг связи и интеграторов комплексных решений, но и катализаторов развития различных отраслей экономики, способствуя повышению производительности и стимулированию цифрового развития общества в целом.

Сравнительный анализ основных технологических и функциональных параметров сетей 5G и 6G демонстрирует существенное превосходство характеристик сетей 6G [2], которые, будучи основанными на концепции «сети из сетей», включают наземные, воздушные и спутниковые сегменты и создают предпосылки для внедрения прорывных инноваций, обеспечивая сверхбыструю, надежную мобильную связь с минимальными задержками. Это позволит удовлетворить растущие потребности в передаче данных как со стороны бизнеса, так и конечных пользователей, а также откроет возможности для повышения производительности и стимулирования роста цифровой экономики. Ожидается, что внедрение сетей 6G станет революционным шагом в развитии сетей «интернета чувств», которые задействуют зрение, слух, осязание, обоняние, вкус и эмоции для создания принципиально новых приложений и услуг. Если сети 5G ориентированы преимущественно на киберфизические системы и поддержку мобильной широкополосной связи (eMBB), массовых соединений машинного типа (mMTC) и сверхнадежной связи с низкой задержкой (uRLLC), то сети 6G обеспечат более широкий спектр услуг, предназначенных как для удовлетворения потребностей человека, так и решения задач Индустрии 5.0 по применению киберфизических систем с человеческим мышлением [2].

В частности, сети 6G смогут предоставлять пользователям следующие основные группы услуг, существенно расширяя возможности по сравнению с технологиями 5G [2]:

1. *Мобильные широкополосные услуги передачи данных с низкой задержкой (mBRLLC)*, характеризующиеся высокой эффективностью, надежностью и скоростью передачи данных, что имеет определяющее значение для развития автономного транспорта, телемедицины, расширенной и виртуальной реальностей.

2. *Массовые услуги передачи данных с высокой надежностью и низкой задержкой (mURLLC)*, представляющие собой комбинацию технологий uRLLC и mMTC из сетей 5G и обеспечивающие более высокое качество сервиса при использовании интернета вещей (IoT), автоматизации производственных процессов, реализации концепций умного города.

3. *Услуги с человекоцентрированной реализацией (HCS)*, объединяющие физические параметры восприятия с классическими показателями качества услуг для обеспечения персонализированного опыта.

4. *Мультицелевые услуги (MPS)*, объединяющие услуги связи, вычислений, управления, позиционирования и энергоснабжения и требующие одновременного удовлетворения условий сверхнадежной и высокоскоростной мобильной связи, точного зондирования окружающей среды, сверхточного позиционирования, что будет способствовать конвергенции различных технологий.

5. *Искусственный интеллект (ИИ) как услуга*. Услуги ИИ могут предоставляться пользователям по запросу от внешних и внутренних приложений.

Ключевые возможности сетей 6G, которые позволят операторам решать новые по сравнению с 5G задачи, представлены в *таблице*. Принципиальным отличием 6G является кратное увеличение скорости передачи данных — до 1 Тбит/с.

Потребность в повышении пропускной способности обусловлена ростом спроса на приложения и сервисы, требующие передачи больших объемов данных в реальном времени, а также появлением новых сценариев применения, включая промышленный IoT, «умные дома», «цифровые двойники» и «умные города». Пользователи смогут оценить значительное улучшение качества видео, аудио, онлайн-игр и других мультимедийных сервисов, воспользоваться голографической связью, тактильным интернетом и интеллектуальной автоматизацией.

Таблица / Table

**Задачи операторов, которые могут быть решены при внедрении сетей 6G,
но трудно реализуемы в сетях 5G / Operator challenges that can be addressed
with the implementation of 6G networks, but are difficult to implement in 5G networks**

Направление развитие / Development direction	Задача / Task	Возможности сетей 5G / 5G network capabilities	Возможности сетей 6G / 6G network capabilities
Голографическая связь и телепортация	Передать и отобразить голографические изображения	Недостаточны для передачи и отображения сложных голографических изображений в реальном времени	Обеспечат необходимую скорость, задержку и пропускную способность для полноценной голографической связи и телепортации
Тактильный интернет (IoS)	Передать данные о тактильных ощущениях, запахах, вкусе и др.	Ограниченные возможности из-за задержек и недостаточной пропускной способности	Позволят передавать огромные объемы сенсорных данных в реальном времени
Расширенная реальность (XR) с высоким разрешением и низкой задержкой	Обеспечить иммерсивный опыт в приложениях XR	Могут обеспечивать базовую поддержку XR, но с ограничениями по качеству изображения и задержкам	Откроют возможности для XR, создавая приложения с высоким разрешением, низкой задержкой и сложным взаимодействием с виртуальным миром
Автономные киберфизические системы (CPS)	Управлять критически важными системами (транспорт, роботы, мед. оборудование и др.)	Обеспечивают поддержку CPS, но не всегда гарантируют необходимые параметры связи	Обеспечат сверхнадежную и быструю связь для CPS, что позволит создать полностью автономные системы без вмешательства человека
Умные пространства	Объединить все датчики и устройства в единую сеть для мониторинга и управления окружающей средой (умные дома, города, заводы)	Поддерживает подключение множества устройств, но не обеспечивает необходимую плотность подключений и энергоэффективность	Обеспечит поддержку огромного количества устройств, высокую энергоэффективность и низкие задержки для создания умных пространств
Квантовая связь и кибербезопасность	Обеспечить сверхзащищенную передачу данных	Уязвима перед будущими угрозами	За счет интеграции квантовых технологий обеспечивается защита конфиденциальной информации и критической инфраструктуры
Развитие «цифровых двойников»	Создать виртуальные копии физических объектов и процессов для мониторинга, анализа и оптимизации	Обеспечивает возможность сбора данных с датчиков, но недостаточно для передачи больших объемов данных и быстрой обратной связи для управления цифровыми двойниками в реальном времени	Обеспечит передачу больших объемов данных в реальном времени и сверхнизкую задержку, что позволит создавать более точные и интерактивные цифровые двойники в различных отраслях

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

Своевременность отображения и расчета данных, определяющая эффективность и функциональность современных систем, находится в прямой зависимости от объема передаваемой информации. Внедрение 6G на промышленных предприятиях позволит в режиме реального времени передавать данные с большого числа сенсоров, что откроет перспективы как для оптимизации производственных процессов посредством киберфизических систем с человеческим мышлением, так и использования виртуальной и дополненной реальности при обучении персонала и техническом обслуживании.

Запрос на высокую пропускную способность также является определяющим для эффективного функционирования следующих систем: «умный дом» (в связи с ростом разрешения видео и увеличением количества камер, появлением новых устройств и сервисов, а также повышением частоты обновления данных с датчиков); «цифровые двойники» (для точного моделирования физических объектов, улучшения визуализации данных и быстрой передачи информации с датчиков и сенсоров); «умные города» (для сбора и обработки больших объемов данных, передачи видео высокого разрешения с камер видеонаблюдения, управления транспортными потоками и предоставления цифровых услуг); интеллектуальное здравоохранение (для удаленного мониторинга состояния пациентов, дистанционных консультаций и телемедицины); автономный транспорт (для оперативной передачи данных с датчиков и камер в целях обеспечения безопасности).

Таким образом, внедрение сетей 6G обеспечит решение задач, труднореализуемых в сетях 5G, тем самым открывая для операторов новые возможности в следующих направлениях:

1. Разработка принципиально новых типов услуг для пользователей, включая голографическую связь, тактильный интернет, виртуальную реальность и автономные системы.

2. Диверсификация источников доходов за счет монетизации новых услуг, повышения среднего дохода с пользователя (ARPU), расширения клиентской базы и реализации интеграционных сервисов в области цифровой трансформации для B2B³ и B2G⁴ секторов.

³ B2B — модель бизнеса, при которой оператор предоставляет свои услуги и решения другим компаниям.

⁴ B2G — модель бизнеса, при которой оператор предоставляет свои услуги и решения государственным органам, учреждениям или предприятиям.

3. Повышение операционной эффективности за счет автоматизации бизнес-процессов, оптимизации управления сетью и снижения операционных затрат.

В настоящее время в ряде научных работ исследуются тенденции и технологические особенности построения сетей 6G как всепроникающей интеллектуальной системы, а также рассматриваются возможные решения для обеспечения виртуальной реальности, качественного обслуживания и эффективного управления ресурсами [3–5]. В качестве основы для выводов используется анализ концепций развития сетей 6G, предложенных крупнейшими мировыми разработчиками и производителями телекоммуникационного оборудования [6–10].

Результаты проводимых исследований указывают на необходимость технологических инноваций, стандартизации технологий и подготовки к очередному технологическому этапу развития общества. Успешность внедрения сетей 6G будет определяться готовностью рынка к восприятию инноваций и их экономической целесообразностью.

АНАЛИЗ ПРИОРИТЕТНЫХ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ 6G

Авторами настоящей статьи проведен анализ ключевых направлений, определяющих развитие сетей 6G и отражающих общие закономерности социального прогресса с учетом специфики территориальных технологических зон (американской и азиатской). Было выявлено, что в американской технологической зоне приоритетными целями развития 6G являются⁵:

1. Содействие экономическому росту и социальной устойчивости — решение проблемы цифрового неравенства путем обеспечения доступности подключения независимо от уровня дохода и географического положения. С точки зрения устойчивого развития акцент делается на экологичности сетей и устройств, а также на применении энергоэффективных сетевых архитектур [11].

2. Гармонизация стандартизации и развития 6G в рамках Партнерского проекта 3GPP. Этот процесс направлен на согласование интересов производителей, регуляторов и потребителей, что способствует целенаправленным исследованиям

⁵ Mobile Communications towards 2030. A 5G Americas White paper. 2022. URL: InDesign_compressed.pdf

ниям и разработкам, а также ускоряет внедрение инноваций [11].

3. Создание новых возможностей и областей применения 6G путем модернизации сервисов, включая телеприсутствие с помощью голограмм и 3D-медиа, использование роботов в различных отраслях, расширение перспектив виртуальной и дополненной реальностей [11].

Для азиатской технологической зоны также характерны три ключевых приоритета развития 6G⁶, [12]:

1. Повышение эффективности бизнеса операторов. Сети 6G рассматриваются как фактор, способный существенно изменить бизнес-модель, открывая операторам новые возможности для диверсификации доходов и повышения прибыльности. Акцент делается на расширении возможностей вне рамок традиционной модели B2C⁷ в сторону B2B и B2G, предоставлении бизнесу и государственным учреждениям специализированных услуг. Операторы мобильной связи смогут предлагать инфраструктурные решения для различных секторов экономики, таких как транспорт, энергетика и сельское хозяйство, повышая их эффективность благодаря передовым технологиям, а интеграция сетей 6G в разнообразные отрасли и сферы жизни предоставит операторам новые возможности для роста и устойчивого развития.

2. Снижение общей стоимости владения сетью (ТСО). Внедрение сетей 6G предполагает крупные капитальные вложения в новое оборудование и инфраструктуру, что обуславливает необходимость комплексной оценки, учитывающей технологические, экономические и социально-экономические аспекты. Обоснование таких затрат, а также целесообразности значительного увеличения пропускной способности является важной задачей при планировании развертывания сетей 6G. Ключевыми факторами при этом являются:

- использование терагерцового (THz) диапазона частот влечет за собой повышение требований к компонентам (антеннам, трансиверам, усилителям) и материалам (включая перспективные метаматериалы);

- необходимость значительных инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) для создания новых технологий, стандартов и протоколов;

- относительно небольшие объемы производимого на начальном этапе оборудования, что приводит к увеличению себестоимости единицы продукции;

- потребность в новых технологиях и специализированном персонале для установки и обслуживания оборудования 6G.

В то же время предполагается, что высокая первоначальная стоимость требуемого оборудования будет компенсирована следующими факторами:

- повышение производительности и эффективности бизнес-процессов за счет автоматизации производства и уменьшение издержек в различных отраслях экономики;

- развитие новых рынков и сервисов, стимулируемое приложениями и услугами, которые ранее были невозможны;

- улучшение качества жизни за счет расширения доступа к таким отраслям социальной сферы, как образование, здравоохранение и др.;

- стимулирование инновационной деятельности, освоение современных технологий и создание рабочих мест.

Таким образом, снижение ТСО является ключевым фактором, определяющим коммерческую привлекательность сетей 6G и влияющим на скорость их внедрения. Достижение этой цели требует комплексного подхода, включающего:

- интеллектуальное управление ресурсами и автоматизацию процессов на основе алгоритмов машинного обучения (МО), обеспечивающих повышение эффективности управления сетевыми ресурсами;

- применение энергоэффективного сетевого оборудования (в том числе антенн и реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей), виртуализация сетевых функций, а также задействование облачных технологий;

- эффективное использование радиочастотного спектра посредством динамического рас-

⁶ Целевая сеть NetX 2025: технический документ. Модель сети будущего. URL: <https://www.huawei.ru/upload/medialibrary/909/909d5ebb82ff8c1237b9abce6c9f2959.pdf>; Communications of Huawei Research. 2022. Issue 2. URL: <https://www-file.huawei.com/-/media/corp2020/pdf/publications/huawei-research/2022/huawei-research-issue2-en.pdf>

⁷ B2C — модель бизнеса, при которой оператор предоставляет свои услуги непосредственно конечным потребителям, то есть физическим лицам.

пределения и разработки новых методов кодирования и модуляции;

- совместное использование инфраструктуры, направленное на сокращение затрат на строительство и обслуживание сетей 6G.

Таким образом, снижение ТСО представляет собой многоаспектную задачу, требующую технологических инноваций, организационных изменений и пересмотра бизнес-моделей. Ее успешная реализация позволит создать экономически устойчивые и конкурентоспособные сети 6G, способствующие развитию цифровых сервисов и повышению эффективности экономики.

Технологическое совершенствование цифровых сервисов в сетях 6G. Интеграция ИИ, МО, граничных вычислений и других передовых технологий для предоставления инновационных услуг, удовлетворяющих растущие требования современного мира.

Анализ приоритетных целей развития 6G в различных технологических зонах показывает, что, несмотря на общую цель технологического развития, акценты различаются: американская зона сфокусирована на устойчивом развитии, азиатская — на повышении экономической эффективности работы операторов.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 6G НА СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОПЕРАТОРОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Внедрение технологии 6G обуславливает необходимость адаптации систем управления операторов к новым экономическим и технологическим условиям рынка телекоммуникаций. Очевидно, что стратегическое управление их деятельностью претерпит существенные изменения в процессе развертывания сетей 6G и предоставления принципиально нового класса услуг. В результате откроются возможности для повышения уровня взаимодействия, автоматизации и эффективности в различных отраслях экономики, которые будут стимулом для дальнейшей цифровой трансформации. В свою очередь операторы 6G, преодолевая отраслевые ограничения и адаптируя свои услуги и экосистемы к будущим требованиям сетей и пользователей, станут ключевыми проводниками этих изменений. Проведенный анализ показывает, что менеджмент операторов должен обеспечить трансформацию стратегического управления в таких ключевых областях, как:

1. *Бизнес-модель производственно-хозяйственной деятельности.* Изменение бизнес-модели должно реализовываться в части повышения операционной эффективности за счет внедрения всей совокупности инноваций. Это может быть обеспечено путем использования технологии 6G, а также увеличения выручки посредством специализации операторов на проектах, направленных как на развитие предприятий различных сфер бизнеса в качестве интеграторов, так и масштабирование полученного уникального клиентского опыта. Для этого менеджмент должен сосредоточиться на создании на базе оператора полноценного цифрового платформенного решения для клиентов с возможностью реализации проектов цифровой трансформации любой сложности.

2. *Совместная реализация партнерских инфраструктурных проектов,* подразумевающая активное внедрение 6G в различных отраслях экономики. Это может стимулировать инвестиции в развитие сетей со стороны предприятий и государственных структур, что позволит снизить нагрузку на операторов. Необходимо разработать механизмы и форматы взаимовыгодного партнерства в данной области.

3. *Развитие новых компетенций сотрудников.* Внедрение 6G и реализация совместных с предприятиями проектов потребуют от персонала операторов мобильной связи новых компетенций и навыков в области интеграции, консалтинга и инжиниринга. Будучи экспертами в своей области, операторы смогут стать цифровыми лидерами, получить конкурентное преимущество и обеспечить новые источники дохода.

Для реализации перечисленных направлений необходимо проанализировать трансформацию уже существующих стратегий, используемых операторами. Если на начальных этапах становления отрасли они были ориентированы на создание и рост бизнеса, расширение абонентской базы [13], то в эпоху 6G операторам необходимо самостоятельно определять основные вид и концепцию развития своей дальнейшей деятельности с учетом ускорения темпов инноваций, изменяющих бизнес-процессы и бизнес-модели [14].

На рисунке в виде блоков представлены несколько ключевых функциональных стратегий развития операторов, которые используются ими в текущей деятельности, но по мере внедрения се-



Рис. / Fig. Ключевые функциональные стратегии оператора мобильной связи / Key functional strategies of a mobile operator

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors

тей 6G подвергнутся наибольшей трансформации. Рассмотрим их подробнее.

Стратегия развития сети. Эволюция мобильных сетей от 2G к 5G характеризовалась, главным образом, увеличением пропускной способности и расширением зоны покрытия. Однако с началом развертывания сетей 6G акцент с простого масштабирования смещается на создание интеллектуальной, самооптимизирующейся инфраструктуры, способной поддерживать сверхвысокие скорости передачи данных, ультранизкие задержки и обеспечивать повышенный уровень безопасности.

Вместо экстенсивного строительства базовых станций операторам потребуется создавать адаптивные сети, динамически реагирующие на изменения в трафике, потребности пользователей и внешние условия. Это обуславливает необходимость внедрения передовых технологий для автоматизации и оптимизации процессов управления, включая ИИ, МО и Edge Computing⁸; разработку и реализацию новых методов защиты

⁸ Граничные вычисления (англ. Edge Computing) — это распределенная вычислительная модель, при которой обработка данных выполняется вблизи источника этих данных, а не в централизованном облаке или центре обработки данных.

сети от киберугроз, включая квантовые технологии и продвинутые алгоритмы шифрования.

Стратегия специализации на определенных сегментах рынка. В истории развития мобильной связи операторы часто применяли стратегию специализации, фокусируясь на конкретных сегментах рынка (молодежь, корпоративные клиенты, специализированные группы). Данный подход позволял обеспечить более глубокое понимание потребностей целевой аудитории, формировать лояльность и достигать высокой маржинальности. Однако внедрение сетей 6G влечет за собой преобразование стратегии специализации по части выхода за рамки традиционных сегментов и ориентации на создание комплексных экосистемных решений цифровой трансформации для различных отраслей экономики.

Вместо предоставления базовых услуг связи операторы 6G будут выступать в роли интеграторов, объединяющих различные технологии и сервисы для решения специализированных задач предприятий. Для этого потребуются глубокое понимание специфики отраслей, а также компетенции персонала в области ИИ, МО и других передовых технологий. Использование ИИ и МО позволит операторам разрабатывать и внедрять проекты цифровой трансформации, направленные на по-

вышение эффективности работы, снижение затрат, улучшение качества продукции и создание конкурентных преимуществ для предприятий. В условиях развертывания сетей 6G также ожидается активное развитие сегмента B 2G услуг, ориентированных на решение задач государственного значения (безопасность, развитие космической связи и др.).

Виртуальные операторы связи (операторы MVNO) играют особую роль в реализации данной стратегии. Они предоставляют услуги мобильной связи без использования собственной инфраструктуры, что обеспечивает гибкость и возможность фокусироваться на специализированных нишах. Анализ показывает, что внедрение сетей 6G окажет существенное влияние на стратегию развития операторов MVNO вследствие:

1. Роста спроса на их услуги в связи с развитием IoT и M2M⁹. Операторы MVNO смогут предлагать специализированные решения для различных отраслей (умные города, здравоохранение, транспорт, сельское хозяйство), в то время как крупные операторы будут не в состоянии полностью охватить все потребности рынка.

2. Принципиально новых возможностей по предоставлению клиентам персонализированных интеллектуальных услуг с гибкими тарифными планами на базе телеком-платформ как сервисной модели развития бизнеса вследствие внедрения сетей 6G с более эффективными возможностями использования спектра, повышенной скоростью передачи данных, минимальными задержками, интеграцией с ИИ и МО. Так, услуги операторов MVNO на основе дополненной и виртуальной реальности станут актуальны для образовательной сферы, здравоохранения и др. отраслей, а сервисы с применением ИИ и МО — для анализа данных пользователей и адаптации под их персональные запросы и предпочтения.

3. Развития сотрудничества и партнерства на основе экосистемного подхода. Интеграция с широким кругом технологических компаний, производителями устройств, поставщиками контента и приложений позволит операторам MVNO создавать новые ценности для клиентов и обеспечивать рост выручки.

⁹ M2M (Machine-to-Machine) — это технология, обеспечивающая автоматизированный обмен данными между устройствами (машины, датчики, приборы), не требуя непосредственного вмешательства человека.

Таким образом, операторы, которые успешно адаптируются к данным изменениям и приобретут уникальную специализацию, смогут добиться устойчивого роста и занять лидирующие позиции на рынке телекоммуникационных услуг в эпоху 6G.

Стратегия взаимодействия с клиентами. Эволюция таких стратегий в мобильной связи отражает технологические изменения, происходившие на каждом этапе развития. Если в сетях 2G–4G акцент делался на предоставлении базовых услуг и привлечении массовой аудитории, то в сетях 5G он сместился в сторону персонализации предложений и повышения качества обслуживания. В эпоху 6G взаимодействие с клиентами претерпевает кардинальную трансформацию, переходя на уровень гиперперсонализации и создания иммерсивного опыта — операторы не могут ограничиваться таргетированием рекламы на основе демографических данных. Необходим учет более широкого спектра факторов, включая сенсорные данные (биометрия, эмоциональное состояние, физическая активность), контекстную информацию (местоположение, время суток, социальное окружение), а также прогнозирование будущих потребностей клиента на основе анализа его поведения и предпочтений. Реализация данной стратегии требует от менеджмента компаний-операторов принятия таких мер, как:

1. Разработка и внедрение передовых методов анализа данных, позволяющих обрабатывать большие объемы информации о клиентах (включая сенсорные и контекстные данные) с целью прогнозирования потребностей и формирования персонализированных предложений.

2. Создание платформ гиперперсонализации клиентских предложений, обеспечивающих динамическую адаптацию тарифных планов, контентных рекомендаций и сервисов в зависимости от текущей ситуации и потребностей потребителя.

3. Инвестирование в генерирование контента и приложений для создания виртуальной и дополненной реальности, предоставление голографической связи и тактильного интернета, направленных на формирование эмоциональной связи с клиентом и развитие новых интерактивных каналов коммуникации.

4. Обеспечение безопасности персональной информации клиентов, что требует разработки и внедрения передовых методов защиты от киберугроз.

В заключение следует отметить, что стратегия взаимодействия с клиентами в эпоху 6G должна превратиться в сложную, многоуровневую систему, основанную на глубоком понимании психологии потребителя, применении инновационных технологий и стремлении к созданию устойчивой эмоциональной связи с брендом.

Стратегия продвижения и маркетинга. С распространением смартфонов и цифровых платформ произошла смена формата взаимодействия операторов с клиентами, выразившаяся в:

1. Предоставлении персонализированных предложений на основе сквозной аналитики и изучения клиентских предпочтений, с использованием технологий больших данных, ИИ, МО и А/В-тестирования¹⁰.

2. Формировании цифрового следа поведения клиентов на всех этапах взаимодействия, что открывает новые возможности для трансформации традиционных бизнес-моделей.

В рамках данной стратегии операторы 6G должны уделять особое внимание созданию персонализированного медиаконтента. Дальнейшее развитие технологий обуславливает смещение акцента на цифровые каналы взаимодействия, в результате чего в практику общения с клиентами активно будут внедряться новые инструменты анализа их предпочтений и бизнес-процессов [15,16]. Например, процессная аналитика [17,18], которая позволяет исследовать цифровые следы взаимодействия с потребителями. Эффективным подходом можно считать проведение экспериментов и А/В-тестирование, направленное на проверку гипотез о повышении лояльности клиентов [1].

Внедрение 6G предполагает переход от массового маркетинга к гиперперсонализированному, основанному на данных и контекстной информации. Стратегия маркетинга должна быть ориентирована на формирование эмоциональной связи с потребителями и продвижение ценностей бренда посредством индивидуализированных рекламных кампаний, учитывающих потребности и предпочтения, выявленные с учетом стремления операторов к прибыльности и оптимизации затрат. Несмотря на усиление цифровизации каналов вза-

имодействия, значимость розничного присутствия для повышения удовлетворенности и лояльности потребителей, по мнению авторов, сохранится.

Стратегия совместного использования инфраструктуры. Инфраструктурный шеринг или совместное использование инфраструктуры — пассивной (опор, антенно-мачтовых сооружений, кабельной канализации и др.) и активной — рассматривается в качестве важной стратегии развития операторов. Это позволяет значительно сократить издержки на строительство, модернизацию и техническое обслуживание сети [19] и может стать одним из вариантов реализации технологии 6G в условиях ограниченности частотного ресурса.

В таком случае возможно создание единого инфраструктурного оператора 6G национального уровня (преимущественно находящегося в государственной собственности), которому передается весь радиочастотный ресурс, выделенный для создания сетей 6G и обеспечения национального покрытия. При данном сценарии другие операторы выступают в качестве виртуальных, реализующих следующие модели подключения [13]:

- совместное использование сети радиодоступа 6G RAN, при котором точка взаимодействия инфраструктурного оператора и MVNO располагается в сети радиодоступа на базовых станциях;
- применение шлюзового сценария — в этом случае точка взаимодействия располагается в опорной сети 6G Core инфраструктурного оператора.

Выбор оптимальной стратегии зависит от особенностей каждой компании, предоставляющей услуги 6G (ее зрелости и инвестиционных возможностей) и может носить среднесрочный или долгосрочный характер.

Стратегия развития продуктов и услуг. В условиях развертывания сетей 2G и 3G ключевой задачей оператора являлось масштабирование бизнеса, что предполагало постоянное совершенствование функционала существующих услуг (голос, интернет, SMS и др.), активное продвижение и оптимизацию ценовых предложений. Развитие сетей 4G и расширение спектра инновационных видов сервиса привело к усилению акцента на продуктовом подходе. Он ориентирован на оценку эффективности продуктов при выводе их на рынок, и в эпоху 5G и 6G становится необходимым условием успешности операторского бизнеса

¹⁰ А/В-тестирование — это метод маркетингового исследования, при котором две (или более) версии чего-либо одновременно показываются случайным группам пользователей (А и В), чтобы определить, какая версия лучше справляется с поставленной задачей.

в связи с появлением широких возможностей для разработки и предоставления новых цифровых сервисов.

Внедрение сетей 6G обуславливает фундаментальные преобразования в стратегии развития мобильной связи. Так, ее базовые услуги заменяются интеллектуальными сервисами и платформами, интегрированными с различными отраслями экономики. В данной парадигме операторы выступают не только в роли поставщиков «трубы», обеспечивающей передачу данных, но и архитекторов цифровых экосистем, предлагая клиентам комплексные решения, выходящие за рамки традиционной телефонии и доступа в интернет.

Ключевым отличием стратегии развития продуктов и услуг в эпоху 6G становится ориентация на потребителя и инновации. Вместо стандартных решений операторы должны предлагать клиентам персонализированные, адаптированные к их индивидуальным потребностям и особенностям бизнеса. Для достижения этой цели требуется:

1. Разработка инновационных услуг и сервисов на базе 6G, включая голографическую связь, тактильный интернет, расширенную реальность, автономный транспорт, умные города и др. Данное направление предполагает глубокое понимание технологических возможностей 6G и потребностей различных сегментов рынка.

2. Организация стратегического партнерства для создания новых сервисов на базе 6G. Такой подход позволяет использовать внешние инновации и формировать экосистему приложений, расширяющих возможности сети 6G.

3. Разработка эффективной системы сбора, обработки и анализа данных о клиентах, способствующей выявлению их потребностей, предпочтений и особенностей поведения. Полученные сведения должны использоваться для создания персонализированных продуктов и сервисов, а также формирования культуры экспериментирования и готовности к риску.

4. Обеспечение высоких стандартов безопасности в связи с возрастающими киберугрозами и усложнением технологических решений.

Таким образом, стратегия развития продуктов и услуг операторов в эпоху 6G трансформируется в концепцию создания интеллектуальных экосистем, объединяющих технологические возможности сети 6G с потребностями различных отраслей

экономики и запросами конечных пользователей. Для достижения желаемого результата в этой новой парадигме следует применять методику оценки стоимости бизнеса на основе клиентских метрик, таких как CLTV (англ. customer lifetime value), отражающих качество взаимодействия компании с потребителем и эффективность организации продуктового мышления [20].

Такой подход получил широкое распространение, особенно в цифровых экосистемах, однако внедрение 6G окажет на него заметное влияние. В связи с изменениями в поведении клиентов, открывающимися возможностями взаимодействия и способами получения прибыли потребуются пересмотр методологий и моделей оценки CLTV. Представим основные направления изменений в подходах к оценке CLTV в связи с внедрением 6G:

- учет новых источников дохода от услуг и бизнес-моделей, связанных с 6G, и разработка методов прогнозирования доходов;
- использование расширенных клиентских данных (поведение, предпочтения, местоположение, сенсорные данные) и методов МО и анализа больших данных для прогнозирования поведения потребителей;
- учет влияния экосистем и разработка методов определения ценности клиентов, являющихся частью экосистемы;
- задействование методов непрерывной оценки и корректировки CLTV, основанных на потоке данных в реальном времени, и методов МО для прогнозирования оттока клиентов;
- учет влияния персонализации на поведение пользователей и их ценность для компании.

Следование перечисленным тенденциям обеспечит операторам более эффективное управление ресурсами и инвестициями и позволит получить конкурентные преимущества.

Стратегия создания экосистемы. Активный интерес к внедрению экосистемного подхода в русле развития операторов обусловлен текущими трендами в телекоммуникационной отрасли и цифровой трансформацией различных секторов экономики. В последние годы операторы, используя существующие активы, стремятся сформировать экосистемы, и рассматривают их в качестве драйвера роста выручки в условиях насыщения рынка.

С этой точки зрения цифровые платформенные решения играют ключевую роль, транс-

формируя бизнес-процессы и создавая новые возможности для компаний и клиентов. Они составляют основу новых экосистем, обеспечивая привлечение аудитории, координацию участников, предоставляя инструменты, определяя правила взаимодействия [21] и расширяя клиентский опыт [1, 22].

При создании экосистем операторы часто выступают в качестве цифровой платформы для предложения партнерских услуг в области ИТ, финансов, телемедицины, развлечений и др. [23].

Практика построения собственных экосистем реализуется операторами преимущественно в двух основных направлениях [24,25]:

- путем приобретения стартапов и готовых бизнесов, развивающих различные услуги;
- с помощью привлечения партнеров и интеграции их услуг.

В условиях 6G важным фактором должен стать переход от замкнутых к открытым и децентрализованным платформам, обеспечивающим создание ценности и обмен данными с учетом требований безопасности. Для этого операторам потребуется устанавливать партнерские отношения с различными компаниями, подразумевающие безопасный и прозрачный обмен данными, а также разрабатывать прозрачные модели получения дохода (комиссионные сборы, подписки, реклама).

Представленные в отчете Ассоциации GSMA¹¹ данные подтверждают тенденцию роста новых цифровых услуг в структуре доходов операторов, указывая на то, что последние будут сосредотачивать свои усилия в этом направлении для повышения уровня монетизации. Отличительной особенностью экосистемы оператора 6G может стать интеграция услуг по реализации сложных проектов цифровой трансформации на базе технологий ИИ, МО и граничных вычислений для корпоративных и государственных структур.

ВЫВОДЫ

Технологии 6G представляют собой качественно новый этап в развитии телекоммуникаций,

¹¹ The Mobile Economy 2023. URL: <https://www.gsma.com/mobileeconomy/wp-content/uploads/2023/03/270223-The-Mobile-Economy-2023.pdf>.

направленный на создание интеллектуальных, гибких и надежных сетей, обеспечивающих сверхвысокие скорости передачи данных, ультранизкие задержки и поддержку принципиально новых сервисов. Реализация этих амбициозных целей требует значительных усилий в области исследований и разработок, а также эффективного взаимодействия между научным сообществом, промышленностью и государством. Внедрение 6G знаменует собой кардинальный сдвиг в парадигме мобильной связи, открывающий новые возможности для операторов и стимулирующий трансформацию экономики и общества. Операторы, своевременно адаптирующиеся к этим изменениям и разработавшие эффективные стратегии, смогут получить устойчивые конкурентные преимущества.

Проведенный анализ ключевых особенностей технологии 6G¹², а также существующих тенденций на рынке мобильной связи, позволил определить приоритетные направления трансформации деятельности операторов. В частности, выявлена необходимость перехода от стратегий, ориентированных на масштабирование, к более современным, нацеленным на формирование гибкой и адаптивной бизнес-модели, глубокую специализацию и развитие новых компетенций персонала.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы в качестве основы для формирования концепций развития операторов в условиях 6G, а также при разработке нормативных документов, регулирующих развитие сетей связи нового поколения, в частности, при актуализации Дорожной карты развития высокотехнологичного направления «Современные и перспективные сети мобильной связи», утвержденной Правительством Российской Федерации¹³.

¹² European Vision for the 6G Network Ecosystem. 5G AI White paper. 2021. URL: <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2021/06/WhitePaper-6G-Europe.pdf>

¹³ Дорожная карта «Современные и перспективные сети мобильной связи». План мероприятий по развитию технологий четвертого (4G/LTE) и последующих поколений сетей мобильной связи. 2022. URL: <https://digital.gov.ru/activity/radioelektronika/dorozhnaya-karta-sovremennye-i-perspektivnye-seti-mobilnoj-svyazi>

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Уманский Р.Ю. Моделирование стратегии продвижения цифровых услуг операторами мобильной связи в условиях развития платформенной экономики. *Контроллинг*. 2023;(2):16–29.
2. Кузовкова Т.А., Девяткин Е.Е., Тихвинский В.О., Шаравова О.И. Перспективы развития цифровых услуг интеллектуального мира на основе сетей подвижной связи новых поколений. *РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция*. 2022;(2):69–79.
3. Девяткин Е.Е., Бочечка Г.С., Тихвинский В.О., Бородин А.И. 6G на старте. *Электросвязь*. 2020;(1):12–17. DOI: 10.34832/ELSV.2020.2.1.001
4. Saad W., Bennisy M., Chen M. A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems. *IEEE Network*. 2019;34(3):134–142. DOI: 10.1109/MNET.001.1900287
5. Wang C.-X., et al. On the road to 6G: Visions, requirements, key technologies and testbeds. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2023;25(2):905–974. DOI: 10.1109/COMST.2023.3249835
6. Lee J., Nouwens M., Tay K.L. Strategic settings for 6G: Pathways for China and the US. London: The International Institute for Strategic Studies; 2022. 37 p. URL: https://vk.com/doc280183192_650822912?hash=5sVk1896lGeVt8lsuGzq9fWISruNU1ipbMdGBvP11LP
7. Ahokangas P., Aagaard A., Atkova I., Yrjölä S., Matinmikko-Blue M. Business models in 5G/6G mobile communications. In: Ahokangas P., Aagaard A., eds. *The changing world of mobile communications*. Cham: Palgrave Macmillan; 2024:137–165. DOI: 10.1007/978-3-031-33191-6_6
8. Banafaa M., et al. 6G mobile communication technology: Requirements, targets, applications, challenges, advantages, and opportunities. *Alexandria Engineering Journal*. 2023;64:245–274. DOI: 10.1016/j.aej.2022.08.017
9. Zhao Y., Yu G., Xu H. 6G mobile communication networks: Vision, challenges, and key technologies. *SCIENTIA SINICA Informationis*. 2019;49(8):963–987. DOI: 10.1360/N112019-00033
10. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Коваль В.А., Девяткин Е.Е. Развитие сетей мобильной связи от 5G Advanced к 6G: проекты, технологии, архитектура. М.: Техносфера; 2024. 532 с.
11. Тихвинский В.О., Девяткин Е.Е., Уманский Р.Ю., Кузовкова Т.А. Рыночные драйверы развития операторов мобильной связи 6G. Клейнер Г.Б., ред. Сб. тр. XXIV Всерос. симп. “Стратегическое планирование и развитие предприятий”. М.: ЦЭМИ РАН; 2023:234–239.
12. Тонг В., Чжу П. Сети 6G. Путь от 5G к 6G глазами разработчиков. От подключенных людей и вещей к подключенному интеллекту. Пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2022. 632 с.
13. Гасс Я.М. Разработка организационно-экономического механизма выбора бизнес-модели деятельности виртуального оператора мобильной связи. Автореф. дис. ... канд. экон. наук. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана; 2021. 17 с.
14. Кобылко А.А. Планируемый и фактический сроки реализации стратегии. *Российский журнал менеджмента*. 2023;21(2):255–274. DOI: 10.21638/spbu18.2023.205
15. Тебекин А.В. Модель удовлетворенности потребителя Н. Кано как основа развития концепции инновационного подхода к управлению в 1990-е годы. *Стратегии бизнеса*. 2019;(7):21–27.
16. Мальцева Е.С., Рахманова А.Ю. Теоретические аспекты А/В тестирования и практика реализации. *Бизнес и дизайн ревю*. 2021;(4):1.
17. Chapela-Campa D., Dumas M. From process mining to augmented process execution. *Software and Systems Modeling*. 2023;22(2):1977–1986. DOI: 10.1007/s10270-023-01132-2
18. Уманский Р.Ю., Борисов С.Д. Повышение эффективности деятельности цифровой экосистемы с использованием процессной аналитики. *Экономика и качество систем связи*. 2024;(2):34–43.
19. Tikhvinskiy V., Umanskiy R., Plossky A., Makarov V. Utilization of organizational-economic mechanism for selection and management of spectrum sharing scenarios to increase economic efficiency of 5G operators. In: Koucheryavy Y., Balandin S., Andreev S., eds. *Internet of things, smart spaces, and next generation networks and systems*. NEW2AN ruSMART 2021. Cham: Springer-Verlag; 2022:95–107. (Lecture Notes in Computer Science. Vol. 13158). DOI: 10.1007/978-3-030-97777-1_9
20. McCarthy D.M., Fader P.S., Hardie B.G.S. Valuing subscription-based businesses using publicly disclosed customer data. *Journal of Marketing*. 2017;81(1):17–35. DOI: 10.1509/jm.15.0519

21. Вайл П., Ворнер С. Цифровая трансформация бизнеса: Изменение бизнес-модели для организации нового поколения. Пер. с англ. М.: Альпина Паблишер; 2019. 264 с.
22. Моазед А., Джонсон Н. Платформа: практическое применение революционной бизнес-модели. Пер. с англ. М.: Альпина Паблишер; 2019. 288 с.
23. Сапрыкина А. Экосистема как способ выживания для операторов. ComNews. 2021. URL: <https://comnews.ru/content/214597/2021-05-21/2021-w20/ ekosistema-kak-sposob-vyzhivaniya-dlya-operatorov> (дата обращения: 24.03.2025).
24. Tikhvinskiy V., Umanskiy R., Falko S. Criteria and assessment of opportunities for creating digital ecosystems by 5G mobile operators. In: Koucheryavy Y., Aziz A., eds. Internet of things, smart spaces, and next generation networks and systems. NEW2AN ruSMART 2023. Cham: Springer-Verlag; 2024:299–308. (Lecture Notes in Computer Science. Vol. 14543). DOI: 10.1007/978-3-031-60997-8_27
25. Уманский Р.Ю. Подходы к формированию инновационной стратегии развития операторов мобильной связи. *Инновации в менеджменте*. 2022;(4):22–29.

REFERENCES

1. Umansky R. modeling the strategy of digital services promotion by mobile operators in the conditions of the development of the platform economy. *Kontrolling = Controlling*. 2023;(2):16–29. (In Russ.).
2. Kuzovkova T.A., Devyatkin E.E., Tikhvinskiy V.O., Sharavova O.I. Prospects for the development of digital services in the intellectual world based on mobile communication networks of new generations. *RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzhenie, Konkurentsya = RISK: Resources, Information, Supply, Competition*. 2022;(2):69–79. (In Russ.).
3. Devyatkin E.E., Bochechka G.S., Tikhvinskiy V.O., Borodin A.I. 6G at the start. *Elektrosvyaz' = Electrosvyaz Magazine*. 2020;(1):12–17. (In Russ.). DOI: 10.34832/ELSV.2020.2.1.001
4. Saad W., Bennisy M., Chen M. A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems. *IEEE Network*. 2019;34(3):134–142. DOI: 10.1109/MNET.001.1900287
5. Wang C.-X., et al. On the road to 6G: Visions, requirements, key technologies and testbeds. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2023;25(2):905–974. DOI: 10.1109/COMST.2023.3249835
6. Lee J., Nouwens M., Tay K.L. Strategic settings for 6G: Pathways for China and the US. London: The International Institute for Strategic Studies; 2022. 37 p. URL: https://vk.com/doc280183192_650822912?has=5sVk1896lGeVt8lsuGzq9fWlSruNU1ipbMdGBvP1ILP
7. Ahokangas P., Aagaard A., Atkova I., Yrjölä S., Matinmikko-Blue M. Business models in 5G/6G mobile communications. In: Ahokangas P., Aagaard A., eds. The changing world of mobile communications. Cham: Palgrave Macmillan; 2024:137–165. DOI: 10.1007/978-3-031-33191-6_6
8. Banafaa M., et al. 6G mobile communication technology: Requirements, targets, applications, challenges, advantages, and opportunities. *Alexandria Engineering Journal*. 2023;64:245–274. DOI: 10.1016/j.aej.2022.08.017
9. Zhao Y., Yu G., Xu H. 6G mobile communication networks: Vision, challenges, and key technologies. *SCIENTIA SINICA Informationis*. 2019;49(8):963–987. DOI: 10.1360/N 112019-00033
10. Tikhvinskii V.O., Terent'ev S.V., Koval' V.A., Devyatkin E.E. Development of mobile communication networks from 5G Advanced to 6G: Projects, technologies, architecture. Moscow: Tekhnosfera; 2024. 532 p. (In Russ.).
11. Tikhvinskii V.O., Devyatkin E.E., Umanskiy R. Yu., Kuzovkova T.A. Market drivers for the development of 6G mobile operators. In: Kleiner G.B., ed. Proc. 24th All-Russ. symp. "Strategic planning and enterprise development". Moscow: CEMI RAS; 2023:234–239. (In Russ.).
12. Tong W., Zhu P. 6G: The next horizon. From connected people and things to connected intelligence. Cambridge: Cambridge University Press; 2021. 490 p. (Russ. ed.: Tong W., Zhu P. Put' ot 5G k 6G glazami razrabotchikov. Ot podklyuchennykh lyudei i veshchei k podklyuchennomu intellektu. Moscow: DMK Press; 2022. 632 p.).
13. Gass Ya.M. Development of an organizational and economic mechanism for choosing a business model for a virtual mobile operator. Cand. econ. sci. diss. Synopsis. Moscow: Bauman Moscow State Technical University; 2021. 17 p. (In Russ.).

14. Kobylko A. A. Planned and actual timeline of the strategy. *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta = Russian Management Journal*. 2023;21(2):255–274. (In Russ.). DOI: 10.21638/spbu18.2023.205
15. Tebekin A. V. Consumer satisfaction model N. Kano as the basis for the development of the concept of an innovative approach to management in the 1990s. *Strategii biznesa = Business Strategies*. 2019;(7):21–27. (In Russ.).
16. Maltseva E. S., Rakhmanova A. Yu. Theoretical aspects of A/B testing and implementation practice. *Biznes i dizain revyu = Business and Design Review*. 2021;(4):1. (In Russ.).
17. Chapela-Campa D., Dumas M. From process mining to augmented process execution. *Software and Systems Modeling*. 2023;22(2):1977–1986. DOI: 10.1007/s10270-023-01132-2
18. Umanskiy R. Y., Borisov S. D. Improving the performance of digital ecosystem using process mining. *Ekonomika i kachestvo sistem svyazi = Economics and Quality of Communication Systems*. 2024;(2):34–43. (In Russ.).
19. Tikhvinskiy V., Umanskiy R., Plossky A., Makarov V. Utilization of organizational-economic mechanism for selection and management of spectrum sharing scenarios to increase economic efficiency of 5G operators. In: Koucheryavy Y., Balandin S., Andreev S., eds. *Internet of things, smart spaces, and next generation networks and systems. NEW2AN ruSMART 2021*. Cham: Springer-Verlag; 2022:95–107. (Lecture Notes in Computer Science. Vol. 13158). DOI: 10.1007/978-3-030-97777-1_9
20. McCarthy D. M., Fader P. S., Hardie B. G. S. Valuing subscription-based businesses using publicly disclosed customer data. *Journal of Marketing*. 2017;81(1):17–35. DOI: 10.1509/jm.15.0519
21. Weill P., Woerner S. *What's your digital business model? Six questions to help you build the next-generation enterprise*. Boston, MA: Harvard Business Review Press; 2018. 256 p. (Russ. ed.: Weill P., Woerner S. *Tsifrovaya transformatsiya biznesa: Izmenenie biznes-modeli dlya organizatsii novogo pokoleniya*. Moscow: Alpina Publisher; 2019. 264 p.)
22. Moazed A., Johnson N. L. *Modern monopolies: What it takes to dominate the 21st century economy*. New York, NY: St. Martin's Press; 2016. 272 p. (Russ. ed.: Moazed A., Johnson N. *Platforma: Prakticheskoe primeneniye revolyutsionnoi biznes-modeli*. Moscow: Alpina Publisher; 2019. 288 p.)
23. Saprykina A. Ecosystem as a way of survival for operators. *ComNews*. 2021. URL: <https://comnews.ru/content/214597/2021-05-21/2021-w20/ekosistema-kak-sposob-vyzhivaniya-dlya-operatorov> (accessed on 24.03.2025). (In Russ.).
24. Tikhvinskiy V., Umanskiy R., Falko S. Criteria and assessment of opportunities for creating digital ecosystems by 5G mobile operators. In: Koucheryavy Y., Aziz A., eds. *Internet of things, smart spaces, and next generation networks and systems. NEW2AN ruSMART 2023*. Cham: Springer-Verlag; 2024:299–308. (Lecture Notes in Computer Science. Vol. 14543). DOI: 10.1007/978-3-031-60997-8_27
25. Umanskiy R. Yu. Approaches to creation of mobile operators' innovative development strategy. *Innovatsii v menedzhmente = Innovations in Management*. 2022; (4):22–29. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS



Роман Юрьевич Уманский — кандидат экономических наук, доцент Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ), Москва, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-0069-1644>

r.yu.umanskiy@mtuci.ru

Roman Yu. Umanskiy — Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. of the Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUCI), Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-0069-1644>

Автор для корреспонденции: / Corresponding author:

r.yu.umanskiy@mtuci.ru



Валерий Олегович Тихвинский — доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация; профессор, Севастопольский государственный университет (СевГУ), Севастополь, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0002-3443-5171>

vtniir@mail.ru

Valery O. Tikhvinskiy — Dr. Sci. (Econ.), Cand. Sci. (Tech.), Prof., Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation; Prof., Sevastopol State University (SevSU), Sevastopol, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-3443-5171>

vtniir@mail.ru



Татьяна Алексеевна Кузовкова — доктор экономических наук, профессор, Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), Москва, Российская Федерация

<https://orcid.org/0000-0002-0883-0469>

t.a.kuzovkova@mtuci.ru

Tatyana A. Kuzovkova — Dr. Sci. (Econ.), Prof., Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUCI), Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-0883-0469>

t.a.kuzovkova@mtuci.ru

Заявленный вклад авторов:

Р.Ю. Уманский— разработка концепции статьи, формулировка гипотезы исследования, интерпретация полученных результатов, оценка влияния технологии 6G на стратегическое управление деятельностью операторов мобильной связи.

В.О. Тихвинский— постановка проблемы, критический анализ литературы по приоритетным целям развития технологии 6G, формирование выводов, интерпретация полученных результатов.

Т.А. Кузовкова— подбор источников, анализ теоретических положений по теме исследования, исследование развития услуг связи в сетях 6G.

Authors' declared contribution:

R. Yu. Umanskiy — conceptualization of the article, formulation of the research hypothesis, interpretation of the findings, assessment of the impact of 6G technology on the strategic management of mobile network operator activities.

V. O. Tikhvinskiy — problem statement, critical analysis of the literature on the prioritized objectives of 6G technology development, conclusions, interpretation of the findings.

T. A. Kuzovkova — source selection, analysis of the theoretical foundations of the research topic, investigation of the evolution of communication services in 6G networks.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflicts of Interest Statement: The authors have no conflicts of interest to declare.

Статья поступила в редакцию 20.03.2025; после рецензирования 15.04.2025; принята к публикации 15.05.2025.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was submitted on 20.03.2025; revised on 15.04.2025 and accepted for publication on 15.05.2025.

The authors read and approved the final version of the manuscript.