НАУКА ЗА РУБЕЖОМ

Январь – февраль, 2021 (№ 96)

СВЯЗЬ 5G
И РАЗВИТИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Наука за рубежом

№ 96, январь – февраль 2021

Ежемесячное аналитическое обозрение

Издается с 2011 г., индексируется в РИНЦ

Электронное издание:

www.issras.ru/global_science_review

DOI: <https://dx.doi.org/10.37437/2222517X-2021-96-11-1-67>

Редакционная коллегия:

Л. К. Пипия (руководитель проекта), В. С. Дорогокупец,
О. Е. Осипова, Н. В. Шашкова, В. А. Хохлова

**Рубрика «Информационные и телекоммуникационные технологии
и вычислительная техника»**

Авторы выпуска: **Л. К. Пипия, В. С. Дорогокупец**

Перевод: **В. С. Дорогокупец**

Выпускающее подразделение: **Сектор анализа зарубежной науки**

Редактор О. Е. Осипова

Компьютерная верстка: Н. В. Шашкова

Художник А. Н. Горностаева

Размещение в сети Интернет: К. В. Никитин, Н. В. Шашкова

СОДЕРЖАНИЕ

1. Новые возможности развития телекоммуни- кационных технологий	6
2. Оценка затрат на развитие новых телекоммуни- кационных технологий	13
3. Примеры использования связи 5G	19
4. Преодоление препятствий на пути распространения связи 5G	35
5. Страновые различия в качестве подключений	41
ПРИЛОЖЕНИЕ	51
Рис. 1. Сравнительный уровень цен по отдельным параметрам телекоммуникационных технологий: 2014 и 2020	51
Рис. 2. Глобальный интернет-трафик данных: 2018	52
Рис. 3. Мобильный трафик в странах Северной Америки	53
Рис. 4. Драйверы роста онлайн-видеотрафика: 2018–2030	54
Рис. 5. Количество устройств и объем трафика по видам устройств: 2018–2030	55
Рис. 6. Прогноз развития телекоммуникаций в отдельных секторах экономики до 2030 года	56
Рис. 7. Прогноз распространения подключенных автомобилей в регионах мира по видам подключения до 2030 года	57
Рис. 8. Прогноз продаж IoT в сетях 5G по секторам, использующим технологии Промышленности 4.0	58
Рис. 9. Препятствия, сдерживающие перспективы подключения	58
Рис. 10. Прогноз покрытия сотовой и фиксированной связью по скорости передачи данных и группам стран до 2030 года	59

Рис. 11. Прогноз покрытия сотовой связью регионов по типам заселенности до 2030 года	60
Рис. 12. Прогноз производства стоимости по группам стран до 2030 года	61
Рис. 13. Прогноз новых подключений к Интернету по группам стран до 2030 года	62
Табл. 1. Классификация развивающихся телекоммуникационных технологий	63
Табл. 2. Новые игроки и новые услуги в развитии мобильных экосистем	64
Табл. 3. Стейкхолдеры интеграции услуг распределительных платформ в розничной торговле	65

В современных условиях целые сектора экономики стремительно трансформируются под воздействием цифровизации. В основе этих изменений лежит развитие телекоммуникационных технологий и новые возможности, которые они предоставляют как отдельным пользователям, так и компаниям и даже государствам.

На нынешнем этапе на повестке стоит вопрос о распространении и использовании преимуществ, предоставляемых мобильной связью нового поколения, или 5G. На внедрение и освоение преимуществ нового типа связи потребуются какое-то время. Во-первых, распространение 5G требует значительных инвестиций. Российские мобильные операторы оценивают, например, стоимость необходимых для этого работ в 165 млрд рублей. Во-вторых, отдача от использования сетей нового поколения может быть ниже прогнозируемой, так как для получения максимальной выгоды от вложенных средств пользователи мобильной связи должны иметь устройства, поддерживающие новый стандарт. Это означает, что заинтересованным сторонам придется потратить значительные средства на маркетинг с целью убедить конечного пользователя поменять «хорошее на лучшее». В-третьих, неочевидна безвредность для человека излучающей способности оборудования связи нового поколения. В настоящее время известно лишь, что работа сетей пятого поколения «может вызывать у человека лишь незначительное повышение температуры». Остается без ответа вопрос о последствиях такого «незначительного повышения температуры» для здоровья человека, например способности мужчин к деторождению.

Ожидается также, что новые телекоммуникационные технологии значительно продвинули интернет вещей и, соответственно, будут способствовать дальнейшему развитию технологий обработки больших данных, искусственного интеллекта, разработке новых способов хранения и передачи накопленных информационных массивов. Вместе с тем вполне очевидно, что новые возможности связи, передачи и обработки данных способствуют демонтажу понятий приватности и тайны личной жизни. Однако эти вопросы остаются за рамками обсуждаемой повестки как неудобные, а фактически невыгодные для тех, кто неумолимо продвигает цифровой технологический прогресс, который на деле может обернуться гуманитарным регрессом, если не катастрофой.

1. Новые возможности развития телекоммуникационных технологий

Еще только двадцать лет назад многие пользователи Интернета могли подключаться к сети через телефонный провод. С тех пор технологии связи претерпели существенные изменения. Сегодня связь осуществляется одним нажатием кнопки. Тем не менее и в самых развитых странах цифровой мир все еще не такой быстрый и гибкий, каким мог бы потенциально стать. Звонки по-прежнему прерываются, соединение отключается, большие файлы не загружаются, а видеоконтент затормаживается для буферизации. Однако новые поколения фиксированной и мобильной связи, а также некоторые из уже существующих технологий, как предполагают, оставят эти проблемы в прошлом. Значительные улучшения в мобильной связи произойдут не по причине какого-либо отдельного открытия в технологии, а именно благодаря конвергенции известных достижений. В ближайшие годы соединения будут осуществляться в 10 раз быстрее, появится новый уровень надежности и стабильности, а потребителям обещают мгновенную потоковую передачу видео высокой четкости и даже новые типы погружения в дополненную и виртуальную реальность [1].

Телекоммуникационные технологии, обеспечивающие связь по всему миру, стремительно распространяются и совершенствуются, что позволяет запускать более сложные мобильные приложения, предназначенные для пользователей. В настоящее время все эти многообещающие достижения связывают с развитием и использованием сверхскоростных сетей 5G, однако в мире телекоммуникаций происходят и другие важные изменения. Исследуя эти вопросы, эксперты MGI различают два типа связи: усовершенствованную и передовую (табл. 1).

Усовершенствованная связь

Существующие технологии подключения все интенсивнее используются в различных географических регионах и областях, а новейшие стандарты обеспечивают надежность их работы. В сфере мобильных сетей провайдеры модернизируют инфраструктуру 4G, накладывая на нее низко- и среднечастотные сети 5G. Конечные результаты этих усовершенствований во многом зависят от используемой сетки частот и плотности телекоммуникационных вышек. В целом низко- и среднечастотные сети

5G могут предложить значительные улучшения в скорости и снизить задержку передачи данных, поддерживая при этом большую плотность подключенных устройств.

Фиксированные, волоконно-оптические, сети также продолжают развиваться. Введение нового стандарта передачи данных по сетям кабельного телевидения по коаксиальному кабелю DOCSIS 3.x обещает приблизить производительность имеющейся инфраструктуры к производительности оптоволокна.

Как только тот или иной регион будет снабжен оптоволоконными сетями, скорость работы следующего поколения Wi-Fi (Wi-Fi 6) улучшится, поддерживая при этом гораздо больше подключенных устройств. Wi-Fi 6 будет иметь первостепенное значение в местах наибольшего скопления людей, таких как аэропорты, многоквартирные дома, театры, стадионы, общественные места и т. д. Также продлевается срок службы батареи интеллектуальных устройств и датчиков интернета вещей благодаря использованию «целевого времени пробуждения», т. е. распознаванию времени более активной передачи данных, без непрерывного сканирования сигналов. Однако чтобы воспользоваться преимуществами улучшенной сети, пользователи должны иметь устройства, «железо» которых поддерживает работу Wi-Fi 6.

Такие технологии, как Bluetooth, ближняя бесконтактная связь, или NFC¹, и радиочастотная идентификация, или RFID², основаны на радиосигналах. Иными словами, RFID обеспечивает одностороннюю бесконтактную связь между устройствами, в то время как NFC – новая форма обмена данными – может поддерживать двустороннюю связь на близком расстоянии. RFID широко используется в логистике. Bluetooth обеспечивает обмен данными между стационарными и мобильными устройствами с использованием радиоволн и построения персональных сетей. Эти технологии нашли свое применение в почтовых услугах при отслеживании бандеролей, в обеспечении безопасного доступа, при бесконтактной оплате и обмене данными между двумя телефонами.

¹ NFC – Near-Field Communication.

² RFID – Radio Frequency Identification.

Энергоэффективные сети дальнего радиуса действия, или LPWAN, обеспечивают связь на более широких территориях и более длинных расстояниях. Различные протоколы, такие как LoRa, NB-IoT и SigFox, конкурируют между собой в этой области, но на данном этапе явного победителя среди них пока нет. Поскольку сети LPWAN требуют меньше энергии от подключенных к ним устройств, то они позволяют батареям в этих устройствах служить более 10 лет. Помимо развития сети, сами датчики интернета вещей, или IoT, с технической точки зрения становятся все более сложными и надежными. Они могут выполнять комплексные задачи, от отслеживания местоположения и измерения температуры до мелкомасштабной обработки. По мере расширения возможностей этих устройств цены на них снижаются.

Передовая связь

Передовые, так называемые пограничные, технологии, такие как высокочастотная сеть 5G и группы низкоорбитальных спутников, в настоящее время представляют собой более радикальные направления в развитии сетей.

Высокочастотные (также известные как миллиметровые, или автономные, волны) сети 5G представляют телекоммуникационный стандарт связи нового поколения по сравнению с сетями 4G. Разработанная как самый сверхбыстрый мобильный вариант высокочастотная сеть 5G обещает обеспечить такие же скорость, степень задержки в передаче данных, надежность и безопасность передачи по воздуху, какие гарантирует оптоволокно, при этом расширяя возможности мобильных устройств. Поскольку для достижения поставленных целей необходима сильно уплотненная сеть радиодоступа, создание модернизированной базовой сети 5G и системы ее поддержки требует немалых инвестиций. Кроме того, чтобы пользователи могли обладать всеми преимуществами новой сети, им будет нужно иметь устройства, поддерживающие 5G. Некоторые компании смогут подключаться к коммерчески доступным услугам сторонних организаций, но также они могут выбрать и стратегию создания собственных частных сетей 5G.

Низкоорбитальные спутники, как и сеть 5G, относятся к разряду передовых телекоммуникационных технологий, однако их жизнеспособность на рынке менее очевидна. Тем не менее стоит отметить, что в случае

успеха возможен прорыв в телекоммуникациях не столько с точки зрения производительности, сколько широты покрытия территорий. Хотя для обеспечения этого вида связи требуется создание низкоорбитального комплекса, низкоорбитальные спутники могли бы охватить те части мира, где отсутствуют оптоволоконные сети или телекоммуникационные вышки. Следующее поколение низкоорбитальных комплексов, как ожидается, внесет существенные улучшения в те версии комплексов, которые были запущены в 1990-х гг. Однако на сегодняшний день лишь OneWeb и SpaceX запускают тестовые спутники, и никаких коммерческих услуг они пока не предоставляют.

Улучшения в области подключения не происходят изолированно. Новые и модернизированные сети позволят более широко использовать другие ключевые технологии, в первую очередь облачные и периферийные вычисления.

Облачные вычисления будут по-прежнему обеспечивать обработку данных, которые требуют высокой вычислительной мощности, емкости хранилища и расширенных возможностей анализа данных. Эти вычисления имеют самый широкий спектр применения – от хранения видеоконтента до обучения программ искусственного интеллекта (ИИ). Без поддержки облачных вычислений устройства пользователей, вероятно, не смогут работать с передовыми приложениями, для которых требуются расширенные возможности подключения, в противном случае эти программы будут стоить для потребителя значительно дороже.

В мире связи сразу несколько тенденций указывают на то, что обработка и хранение данных становятся ближе к конечному потребителю. Во-первых, это распространение подключенных устройств, особенно по мере внедрения интернета вещей. Согласно оценкам, к 2025 г. IoT может быть подключен к 42 млрд устройств. Вместе с тем и сами устройства становятся все более сложными, эволюционируя от базовых интеллектуальных устройств к интеллектуальным подключенным системам и процессам. С увеличением числа более сложных гаджетов происходит экспоненциальный рост объема создаваемых данных. В результате возникает пропорциональная потребность в эффективном и безопасном хранении этих данных.

Еще одним ключевым фактором роста современных вычислений является потребность в аналитике, способах принятия решений и настройках, причем в режиме реального времени. Эти возможности имеют решающее значение для таких приложений, как дополненная и виртуальная реальность, подключенные к сети автомобили, беспилотные летательные аппараты, видеонаблюдение и дистанционное управление промышленным оборудованием.

Кроме того, разработка приложений смещается в сторону новых решений, таких как контейнерная архитектура, микросервисная архитектура и бессерверные вычислительные платформы. Эти решения предлагают легкие и мобильные альтернативы для запуска приложений на других устройствах или в облаке, позволяя разработчикам быстрее и эффективнее проводить тестирование и техническое обслуживание. Наконец, облачные вычисления могут удовлетворить основные потребности индустрии, связанной с транспортными и логистическими сетями или располагающей удаленными заводами. В этом случае они имеют возможность доступа к вычислительным ресурсам, хранилищам и аналитическим ресурсам в средах с прерывающимся или ограниченным подключением, в том числе в особо удаленных районах.

Инвестиции в этот новый уровень обработки, вероятно, будут поддерживаться самыми разными участниками сетевой экосистемы. Провайдеры могут извлечь выгоду из наличия пограничного вычислительного уровня для повышения эффективности своих сетей, используя централизованные сети радиодоступа (C-RAN), предлагая частные сети корпоративным клиентам и предоставляя инновационные услуги. Для самых крупных облачных провайдеров, таких как Amazon Web Services, Google Cloud и Microsoft Azure, облачные вычисления – это возможность расширить предложения своих облачных технологий, тем самым обеспечивая более высокое качество обслуживания при более низких затратах. Поставщики услуг Colocation, такие как Equinix и Digital Realty, арендуя дополнительные мощности для своих клиентов и расширяя долю рынка, создадут больше центров обработки данных. Производители сетевого оборудования могут продолжать развивать рынок комплексных частных беспроводных сетевых услуг как самостоятельно, так и в партнерстве с поставщиками услуг связи.

Поэтапное развитие связи отражает улучшения и в скорости, и в снижении задержек передачи данных, а также другие преимущества, например энергетическую и спектральную эффективность, плотность подключенных устройств. Подключение к Интернету на основе технологий 5G, вероятно, позволит сделать шаг вперед даже в тех частях мира, где создание сетей 5G окажется на первый взгляд экономически невыгодным. Тогда большинство регионов мира получат такой же охват, какой сегодня отмечается в самых богатых странах и крупных городах, притом что цены на сенсоры и системы хранения данных и вычислительные мощности продолжают падать (рис. 1).

Следует отметить наиболее важные изменения в мире телекоммуникаций, по мере реализации которых домены приобретут новые возможности и все больше людей в мире смогут выходить в сеть.

Расширенная широкополосная связь

Расширенная широкополосная связь сделает потоковую передачу данных молниеносной. Работники на производстве смогут использовать очки дополненной реальности для проверки качества, а розничные торговцы – проводить персонализированные рекламные акции, предоставлять информацию о продуктах с дополненной реальностью и осуществлять бесконтактные проверки с помощью компьютерного зрения в магазинах.

Массовый интернет вещей

Маломощные сети и снижение стоимости датчиков как никогда раньше создают условия для масштабного распространения IoT. Интернет вещей может обеспечить точное орошение сельскохозяйственных культур в полевых условиях или контролировать добычу полезных ископаемых и буровые работы на удаленных объектах. Плотные сети датчиков в городской среде смогут контролировать системы общественной инфраструктуры, ускорить время реагирования на чрезвычайные ситуации и оптимизировать транспортный поток.

Сервисы для решения критически важных задач

Существенное снижение задержки передачи данных и повышенная стабильность работы сетей создадут условия для запуска приложений, требующих абсолютной надежности и оперативности реагирования. Не-

которые из них связаны с чрезвычайно важными вопросами, например обеспечением безопасности объектов или оказанием срочной медицинской помощи.

Глобальное обеспечение передачи сигнала

В случае если низкоорбитальные комплексы смогут реализовать свой потенциал, то впервые появится реальная возможность подключения к сети в действительно глобальном масштабе. В этом случае компании смогут выходить на новые потребительские рынки и генерировать новые звенья цепочки создания стоимости. Кроме того, почти глобальный охват интернет-сетью позволит осуществлять дистанционный экологический мониторинг и бороться со стихийными бедствиями. Такой охват глобальной сетью позволит значительно расширить доступ к возможностям телемедицины и цифрового образования, предоставляя возможность получения важнейших услуг в неблагополучных или совсем неразвитых регионах.

Цифровая экосистема постоянно расширяется благодаря появлению новых участников. Следовательно, конкуренция усиливается, выводя на первый план четыре основных сферы, которые оказывают сильнейшее давление на традиционные телекоммуникационные компании: сверхсовременные потоковые сервисы, технологические гиганты, компании, занимающиеся строительством инфраструктуры и коммуникационных башен, а также запуском и использованием спутников.

Новые игроки бросают вызов традиционным провайдерам связи (от поставщиков кабелей до компаний, занимающихся электронной коммерцией), напрямую конкурируя с их услугами. WhatsApp воспользовался улучшениями в сети, чтобы захватить часть традиционного рынка провайдеров. Цифровые гиганты, такие как Netflix и YouTube, внедрили сверхсовременные сервисы, работающие на сетевой инфраструктуре, построенной традиционными телекоммуникационными компаниями, причем сами телекоммуникационные компании упустили значительную часть этих доходов. Деятельность технологических компаний и поставщиков услуг связи начала пересекаться. Технологические компании выступают в качестве операторов связи, например iMessage от Apple и Google Fi – сервисами виртуальной сотовой связи, или MVNO³. В то же время операторы

³ MVNO – mobile virtual network operator.

переместились на традиционные технологические рынки, такие как центры обработки данных. В мире, где периферийные вычисления и дистрибуция становятся все более важными звеньями цепочки создания стоимости, вычислительное пространство будет стратегическим местом для получения новых доходов.

Еще одна потенциальная проблема для поставщиков услуг связи исходит от поставщиков сетевой инфраструктуры и независимых операторов телекоммуникационных вышек. Поскольку все больше компаний с промышленными производственными площадками и крупномасштабными корпоративными комплексами понимают преимущества собственной инфраструктуры, то примерно через десять лет частные сети существенно повысят свою привлекательность.

Перед традиционными провайдерами связи встает еще одна проблема, которая в буквальном смысле надвигается сверху, так как больше компаний, владеющих низкоорбитальными комплексами, готовятся предоставлять свои услуги на массовом рынке. Если им удастся преодолеть технические барьеры и проблемы, связанные с первоначальными капитальными вложениями и бизнес-моделями, то они могут получить значительную долю рынка среди поставщиков сетей связи. Смогут ли они это сделать, пока неясно. Некоторые из фундаментальных проблем, связанных с капиталовложениями, рисками и источниками доходов, которые повлияли на предыдущее поколение спутниковых сетей в конце 1990-х гг., могут вновь возникнуть вследствие развития нового поколения сетей.

2. Оценка затрат на развитие новых телекоммуникационных технологий

Задержка в передаче данных измеряется в долях секунды. Надежность подразумевает отсутствие срывов, задержек в передаче данных и невозможности выполнить операцию. Повышение емкости позволяет добавлять больше трафика без снижения производительности сети. Обычный пользователь Интернета может счесть все эти показатели абстрактными. Тем не менее улучшение стандартов подключения к сети создает выгоду, которая измеряется триллионами долларов в масштабах мировой экономики.

В настоящий момент трансляция онлайн-видео составляет подавляющую часть трафика данных в Интернете. Скорее всего, именно видеоконтент будет играть роль главного фактора повышения спроса на подключения к сети, поскольку улучшенная связь позволяет загружать не только фильмы сверхвысокой четкости за считанные секунды, но и более сложные игры и виртуальную реальность. В современных условиях, когда производительность достигла некоторых предельных значений, расширение возможностей подключения открывает новые перспективы для инноваций и повышения эффективности во всех областях. Сверхнадёжные волоконно-оптические сети с низкой задержкой передачи данных и сети нового поколения 5G в сочетании с передовыми вычислениями позволяют компаниям добиваться больших результатов с помощью машинного обучения и искусственного интеллекта.

Можно определить по крайней мере 17 коммерческих доменов, которые способны работать на расширенной цифровой сети, а варианты их использования исчисляются сотнями. В этом обзоре будут рассмотрены только четыре сферы: транспортная инфраструктура и автомобилестроение, здравоохранение, производство и розничная торговля. Реализация наиболее перспективных вариантов использования новых телекоммуникационных возможностей в этих сферах может увеличить мировой ВВП на 1,2 трлн долл., достигнув 2 трлн долл. к 2030 г.

В недалеком прошлом среднестатистический пользователь Интернета мог входить в систему лишь эпизодически, чтобы проверить электронную почту. Сегодня сотни миллионов людей проводят огромную часть своей жизни в Интернете: они пишут, читают, делают покупки, слушают музыку и ищут информацию по любому интересующему их вопросу.

Использование цифровых технологий в мире показывает сходные закономерности для разных стран. Около 85% мирового трафика данных проходит через фиксированные сети (включая Wi-Fi), хотя развивающиеся страны в большей степени полагаются на сотовые сети. Потребители, как правило, обеспечивают гораздо большую долю спроса на данные, чем предприятия во всем мире и во всех основных регионах, и на них приходится в среднем более 80% от общего объема интернет-трафика. Причем 70% мирового интернет-трафика приходится на видеоконтент (рис. 2). Если платформы, создатели контента и рекламные компании извлекли

выгоду из данной ситуации, то поставщики услуг связи не смогли монетизировать эту тенденцию, в результате возникла проблема инвестиций.

Следует отметить, что приведенные данные несколько искажены на уровне отдельных пользователей, так как значительная доля трафика как в сотовых, так и в фиксированных сетях приходится на относительно небольшие группы опытных пользователей. Во многих странах с развитой экономикой в 2018 г. на долю первых 20% пользователей приходилось более 60% трафика сотовой связи. На этих рынках широко распространены неограниченные планы передачи данных (рис. 3). На глобальном уровне в сфере фиксированных сетей наблюдается почти аналогичная картина: менее 5% домохозяйств потребляют более 40% глобального трафика данных, в то время как две трети домохозяйств вообще не используют Интернет, связь с которым обеспечивают фиксированные сети.

Спрос на подключение и создание новых сетей зависит от трех факторов: продолжающегося роста потребления онлайн-видео, массового роста межмашинных соединений и масштабного внедрения дополненной и виртуальной реальности.

Первый фактор неразрывно связан с продолжением существующих тенденций, и интернет-трафик, создаваемый онлайн-видео, вырастет в 22 раза в течение следующего десятилетия. В основном это определено переходом от современного контента с относительно низким разрешением (SD/HD) к контенту более высокой четкости. Однако специалисты полагают, что значительный рост трафика произойдет благодаря увеличению числа онлайн-зрителей и времени, затрачиваемого на просмотр, в расчете на одного пользователя (рис. 4). Чтобы удовлетворить растущий спрос на скорость передачи данных и пропускную способность, необходимы новые сети. Не исключено, что именно 20% наиболее опытных пользователей станут первыми последователями новых технологий подключения, таких как высокочастотная связь 5G. Благодаря своей эффективности новые сети будут дешевле в эксплуатации, и, что крайне важно, одна и та же инфраструктура сможет обеспечить более широкий спектр услуг. Подобное сетевое сегментирование дает возможность дифференцировать уровни обслуживания. Провайдеры могут предлагать базовые пакеты по стартовым ценам обычным пользователям, которые в большей мере ориен-

тируются на стоимость услуг, а основной доход будет поступать от опытных пользователей, обеспечивающих более интенсивное потребление.

Вторым фактором, влияющим на спрос на подключение и политику провайдеров, является ожидаемый массовый рост числа межмашинных соединений (M2M). Поскольку интернет вещей продолжает расширяться, то интенсифицируется процесс создания так называемых интеллектуальных сред как в промышленных, так и в повседневных условиях (включая умные дома и умные города). Следовательно, это повысит спрос на подключение (без учета подключения к сети с целью получить доступ к развлекательному контенту и работе интернет-приложений). Для умных устройств требуется широкое покрытие сети (вероятно, 5G), которое может надежно поддерживать очень высокую плотность устройств, снижая при этом энергопотребление, что, в свою очередь, продлит срок службы датчиков и технических устройств. Цены на датчики и оборудование, согласно прогнозам, продолжат снижаться. В то время как M2M-устройства будут составлять подавляющее большинство подключений в мире, пользовательские устройства останутся крупнейшими субъектами интернет-трафика (рис. 5). Большая часть трафика данных M2M, скорее всего, будет проходить по частным сетям.

Третий фактор, менее определенный по сравнению с двумя предыдущими, – это распространение приложений дополненной и виртуальной реальности. Поскольку он требует обновления устройств и уровня обслуживания, специалисты рассматривают его как гипотетический. Все зависит от того, найдет ли критическая масса людей привлекательными развлечения в виде дополненной и виртуальной реальности. Ожидается, что качество гарнитуры и аппаратного обеспечения улучшится по сравнению с качеством сегодняшнего товара и снизится цена. Технологии дополненной и виртуальной реальности требуют подключения к сети с высокой пропускной способностью, надежностью и чрезвычайно низкой задержкой передачи данных. Реализация этого фактора потребует от провайдеров больших инвестиций для усовершенствования высокочастотной связи, периферийных вычислений и перехода на связь нового поколения 5G.

По мере улучшения связи в течение ближайших десяти лет появятся новые коммерческие возможности. Сотни потенциальных вариантов

использования предметной области, или новых возможностей телекоммуникационных технологий, могут изменить способ ведения бизнеса⁴. С новой цифровой магистралью передачи данных компании смогут добиться не только лучших результатов, но и сделать это в большем масштабе, улучшая свои экономические показатели и тем самым способствуя созданию положительного экономического эффекта в целом. Проведенные исследования касаются как усовершенствованных, так и передовых сетей, без учета множества доступных развлекательных и интернет-приложений, ориентированных на конечного потребителя. Чтобы проиллюстрировать огромное разнообразие возможных вариантов использования усовершенствованных сетей, а также некоторые возможности и проблемы их внедрения, выделены четыре коммерческих сферы с большим потенциалом для получения более высоких доходов или повышения эффективности затрат. Как уже упоминалось, это транспортная инфраструктура и автомобилестроение, здравоохранение, производство и розничная торговля.

В целом случаи использования нового поколения сетей, выявленные в этих четырех сферах, делятся на две категории. Примерно 55–65% из них обеспечивают повышение производительности и эффективности, в то время как около 35–45% сосредоточены на росте доходов и инновациях. Те, кто ориентирован на производительность и эффективность, могут повысить производительность труда, активов или ресурсов. Те, кто добивается роста прибыли и инновационных решений, смогут расширить существующие потоки доходов или создать новые (рис. 6). При этом переход к усовершенствованным мобильным сетям может увеличить глобальный ВВП примерно на 1,2–2 трлн долл. уже к 2030 г. Эта сумма эквивалентна 3,5–5,5%.

Варианты использования, которые открываются перед четырьмя отраслями экономики, актуальны и для других сфер. Новые системы управления запасами, например, применимы не только в сфере розничной торговли, они окажутся весьма ценными для логистических и потребительских компаний. Повысить эффективность использования оборудования важно не только на заводах, но и в горнодобывающей промышленности,

⁴ В данном случае под вариантами использования предметной области понимаются также целые отрасли и экосистемы, которые пересекаются с традиционными отраслями. Это же касается и отраслей, которые непосредственно ориентированы на конечного потребителя, таких как розничная торговля и здравоохранение.

нефтегазовой отрасли и в сфере коммерческой недвижимости. Помимо стоимости, создаваемой в автомобилестроении и транспортной инфраструктуре, здравоохранении, производстве и розничной торговле (которые в совокупности составляют треть мирового ВВП), использование усовершенствованных и передовых сетей связи может создать триллионы долларов стоимости во всей мировой экономике.

Несмотря на широкое глобальное внедрение мобильной связи, почти 40% населения мира не имеют возможности подключиться к сети или их подключение недостаточно для полноценного использования. Другими словами, они еще не используют сети передачи данных с поддержкой 3G или сети следующего поколения. Таким образом, существует огромный человеческий и экономический потенциал для подключения к Интернету тех людей, которые в настоящее время отрезаны от сети. Реализация этого потенциала позволит улучшить коммуникацию, социальную интеграцию и повысить производительность во всех областях. Подключение к Интернету может, например, создать платформу для мобильных банковских услуг населению в развивающихся странах. В свою очередь, обеспечение «всеобщего и удовлетворительного по цене доступа к Интернету в наименее развитых странах» является одной из целей устойчивого развития ООН.

К концу следующего десятилетия доля населения, не подключенного к сети или не имеющего связи, может сократиться вдвое. Это объясняется сочетанием сразу нескольких факторов, стимулирующих внедрение новых сетей, таких как рост доходов и уровня грамотности, а также расширением охвата сети и общим повышением доступности устройств и услуг. Новые пользователи сети, скорее всего, будут подключаться через сотовые сети 3G или 4G/LTE. Иными словами, это означает, что они смогут осуществлять базовый просмотр веб-страниц, пользоваться потребительскими приложениями для мобильных телефонов, электронной коммерцией и смотреть онлайн-видео. Новые пользователи в развивающихся странах получают доступ к важнейшим услугам, например новостным и финансовым. Однако это лишь немногие из возможностей, которые открываются перед пользователями усовершенствованной и передовой мобильной связи. Особенно это касается индустрии развлечений. Новые технологии связи позволят потребителям транслировать видео сверхвысокой четкости, участвовать в облачных играх высокой четкости со сверхнизкой задержкой передачи данных, применять захватывающие приложения виртуальной и дополнен-

ной реальности и иметь быстрый доступ к различным потребительским приложениям. Вовлечение большего числа людей в мире в интернет-пространство может добавить к мировому ВВП от 1,5 до 2 трлн долл. к 2030 г.

3. Примеры использования связи 5G

Новейшие системы подключения обеспечат компаниям всех видов, обладающим платформой для приложений, возможность повысить эффективность работы и доступ к инновациям. Диапазон новых вариантов использования настолько широк, что к настоящему времени невозможно представить их в полном объеме.

Чтобы проиллюстрировать разнообразие возможностей и экономических перспектив, обратимся к четырем направлениям, которые характеризуются значительным потенциалом в сфере получения более высоких доходов или повышения эффективности затрат. Рассмотрим несколько примеров использования в сфере транспортной инфраструктуры и автомобилестроения, здравоохранения, производства и розничной торговли. Только в этих областях речь идет о таких суммах, как 1,2–2 трлн долл. в ВВП, а также о возможности повысить уровень здоровья и безопасности и сделать промышленное производство более экологичным. Описанные ниже модели внедрения не являются исчерпывающими, и, вероятно, в ближайшем будущем появятся и другие способы применения усовершенствованных сетей. Ниже будут рассмотрены лишь несколько сценариев развития данных областей в зависимости от избранной модели внедрения. Также будут названы некоторые проблемы, решение которых необходимо для расширения масштабов внедрения в каждой из рассматриваемых сфер.

Транспортная инфраструктура и автомобилестроение

Способы связи лежат в основе важных изменений, которые будут происходить в сфере транспортной инфраструктуры и автомобилестроения. Автомобили с каждым годом становятся умнее. Их системы обеспечивают повышенную безопасность и навигацию, информируют о необходимости пройти техническое обслуживание, позволяют управлять музыкальными проигрывателями, телефонными звонками и голосовыми сообщениями.

Постепенное обновление функций в традиционных автомобилях – это только часть возможных улучшений. В городах по всему миру возможность вызвать транспортное средство через электронное приложение или разделить автомобиль с другими пассажирами резко повлияла на способы передвижения. Электромобили набирают популярность, и, согласно прогнозам, они прочно войдут в жизнь потребителей по мере снижения стоимости батарей и организации инфраструктуры. Развитие транспортной инфраструктуры предполагает расширение возможностей передвижения и формирование экосистем. Помимо производства автомобилей экосистема включает в себя услуги каршеринга, общественный транспорт, дорожную инфраструктуру, аппаратное и программное обеспечение и многое другое.

Предстоящее десятилетие обещает значительные перемены. Оптимизация использования транспортных средств и инфраструктуры в первую очередь повлияют на жизнь в перенаселенных городах. Рынок автомобилей с передовыми системами помощи водителю продолжит ежегодно расти на 15% в Европе и почти на 30% в Китае.

Такие технологии, как низко- и среднечастотная мобильная связь пятого поколения, датчики и системы связи, работающие на коротковолновых радиополосах малой дальности, позволяют автомобилям беспрепятственно и непрерывно взаимодействовать с окружающим миром. На сегодняшний день существует четыре новых типа коммуникации между транспортным средством и другими объектами дорожной инфраструктуры (V2X – vehicle-to-everything), причем каждый из них поддерживает множество вариантов использования и открывает новые возможности.

1) Коммуникация между транспортным средством и сетью (V2N – vehicle-to-network)

V2N обеспечивает высокую пропускную способность, малое время задержки и все более широкий охват. Это откроет перед автомобилями новые возможности, такие как мониторинг состояния здоровья водителя в режиме реального времени и мгновенные обновления программного обеспечения. В дополнение к потоковому видео для пассажиров новое поколение связи может даже предложить полную тактильную коммуникацию – 4D-видео или игровой опыт, который позволит почувствовать в полной мере изгибы и повороты дороги. Согласно предварительным оценкам, несколько видов

персонализированной информационно-развлекательной системы смогут принести доход в размере от 15 до 20 млрд долл. только за счет абонентских услуг. Кроме того, сети, поддерживающие видеоконференции, могут превратить автомобили в «прокатные офисы», что позволит пассажирам сохранить производительность труда, как если бы они по-прежнему находились в офисе. Расширенные возможности подключения позволяют использовать прогнозирующий и упреждающий подход к техническому обслуживанию транспортных средств. Производители смогут контролировать состояние каждой системы в автомобиле с помощью сигналов, посылаемых датчиками интернета вещей, и уведомлять владельца о необходимости осуществить ремонт до того, как произойдет поломка, тем самым повышая срок службы автомобиля. Сервисные предложения могут даже включать незапрашиваемую эвакуацию, ремонт и возврат транспортного средства, так что владельцы не будут тратить на это свое время. Прогнозирующее обслуживание представляет собой потенциальный новый сегмент доходов в размере от 45 до 70 млрд долл. в год.

2) Коммуникация между транспортными средствами (V2V – vehicle-to-vehicle)

Технология V2V основана на подключении на коротких расстояниях. Она предполагает, что автомобили «разговаривают» друг с другом и управляются совместно – достижение, которое поможет регулировать потоки движения, избегать столкновений и прокладывать маршруты для автономного и полуавтономного вождения. Следует отметить, что по-настоящему автономные транспортные средства будущего не будут полагаться на постоянное подключение к сети, чтобы перемещаться по оживленным городским улицам без вмешательства человека. Однако расширенные возможности подключения, такие как связь 5G, помогут ускорить разработку и коммерческое внедрение автономных транспортных средств.

В современных подключенных автомобилях и пилотируемых автономных транспортных средствах значительный объем обработки данных от датчиков и лидарных систем⁵ осуществляется внутри самого транспортного средства с использованием дорогостоящего компьютерного оборудования.

⁵ Лидары (light detection and ranging) – лазерные локаторы, используемые для зондирования толщи моря, морской и земной поверхности, атмосферы. Как технология это получение и обработка информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах. Лидар как прибор представляет собой как минимум активный дальномер оптического диапазона.

Однако в будущем новые дороги и инфраструктура с надежной сверхскоростной связью с низкой задержкой передачи данных будут перекладывать эти задачи на облако, снижая тем самым затраты на аппаратное обеспечение. Кроме того, различные коммуникации V2X могут быть дополнены высокочастотной связью 5G, чтобы обеспечивать быструю и безопасную передачу данных. В целом эти возможности открывают дополнительные перспективы для предприятий, потребителей и общества в целом. В конечном счете предполагается, что постепенное развитие в этом направлении приведет к полной автономии транспортного средства.

Коммуникация V2V позволит сократить заторы на дорогах и более экономично расходовать топливо, увеличить пропускную способность существующих дорог, уменьшив необходимость в дорожной инфраструктуре. Транспортные средства, которые сталкиваются с такими опасностями, как выбоины, обледенелое дорожное полотно или посторонние предметы на дороге, могут предупредить других водителей об ожидающих их затруднениях. Согласно предварительным прогнозам, системы предупреждения снизят стоимость ремонта транспортных средств на 20–30 млрд долл. в год, не говоря уже о спасении жизни пассажиров и предотвращении травм.

3) Коммуникация между транспортным средством и объектами инфраструктуры (V2I – vehicle-to-infrastructure)

Коммуникация V2I, работающая на низко- и среднечастотных диапазонах 5G, а также на коротковолновых радиопереносах малой дальности, обеспечивает двустороннюю связь между транспортными средствами и объектами инфраструктуры: дорогами, светофорами, мостами, пунктами сбора платы за проезд и т. д. Подобный вид коммуникации способен помочь водителям и пассажирам оптимизировать свои маршруты, сократив время нахождения в транспортных пробках. Это предоставит государственным учреждениям более сложные инструменты для управления дорожным движением в режиме реального времени и ценные данные об использовании дорог, об общественной безопасности и позволит заблаговременно оповещать о необходимости технического обслуживания того или иного объекта инфраструктуры. В целом, по оценкам, за счет совершенствования навигационных систем и услуг по подписке на навигацию можно было бы получить доход в размере от 10 до 15 млрд долл. Дополнительным преимуществом

станет огромное число сэкономленных часов и уменьшение городского смога за счет усовершенствованного планирования дорожного движения.

4) Коммуникация между транспортными средствами и пешеходами (V2P – vehicle-to-pedestrian)

Использование сетей низко- и среднечастотного диапазона 5G и LPWA коммуникация V2P позволяет обеспечить связь между транспортными средствами и смартфонами, а также другими устройствами, которые люди носят с собой. Это должно повысить безопасность, поскольку автомобили получат возможность реагировать заблаговременно, чтобы избежать столкновения с пешеходами. Наряду с элементом безопасности V2P может предоставлять пешеходам исчерпывающую информацию о самом быстром и удобном способе добраться до места назначения. Дополнительные услуги, например поочередное использование автомобиля, потенциально будет ежегодно приносить доход в размере от 5 до 10 млрд долл.

Приведенные выше примеры являются лишь частичным описанием того, какие перспективы открывают новые телекоммуникационные технологии в области транспорта и транспортной инфраструктуры. Специалисты полагают, что связь пятого поколения обусловит появление более 80 инновационных систем в сфере транспортной инфраструктуры и автомобилестроения. На основе анализа показателей распространения подключенных транспортных средств в различных регионах были обнаружены значительные расхождения в их внедрении из-за различий в действующей инфраструктуре, нормативных документах и других факторов (рис. 7). В общей сложности, согласно оценкам, использование возможностей новых коммуникаций в сфере мобильности принесет от 170 до 280 млрд долл. уже к 2030 г.

Традиционная автомобильная цепочка создания стоимости значительно эволюционировала в последние годы, и она будет продолжать трансформироваться по мере развития систем связи в сфере транспорта и транспортной инфраструктуры (табл. 2). Гонка за лидерство на этом быстро меняющемся рынке уже породила десятки стратегических партнерств между автопроизводителями, технологическими компаниями и новыми игроками в цепочке создания стоимости. Роль поставщиков сетевой инфраструктуры, операционных систем и облачных платформ, а также разработчиков и распространителей приложений становится более

значимой. Однако не совсем ясно, как будет выглядеть экосистема для мобильности через десятилетие. Возможны три сценария развития событий. Один из возможных вариантов заключается в том, что автопроизводители и их поставщики сформируют альянс платформ, чтобы разделить затраты на исследования и разработки и сохранить право собственности на общую операционную систему и платформу данных. Это принесло бы полезные результаты для традиционных производителей, поставщиков услуг связи, а также поставщиков приложений и услуг, участвующих в разработке таких платформ. Однако для полноценной конкуренции автопроизводителям потребуется ассимилировать соответствующий опыт и возможности, которыми уже обладают технологические компании.

Другой вероятный сценарий предполагает, что крупный технологический игрок или группа технологических игроков будут доминировать на рынке операционных систем и облачных сервисов в сфере транспортных средств. Это позволило бы автопроизводителям сосредоточиться на разработке автомобилей, лицензируя индивидуальные версии стандартной операционной системы для каждой модели. Этот сценарий может воплотиться в жизнь, если крупному технологическому игроку удастся выстроить свою стабильную потребительскую базу в других областях для быстрого достижения критической массы пользователей.

Как традиционные производители автомобилей и запчастей, так и технологические компании должны рассматривать мобильные технологии в области транспортной инфраструктуры и автомобилестроения как широкую и сложную экосистему, которую ни один игрок не сможет полностью контролировать. Мобильные телефоны, например, перешли от отдельных компаний, разрабатывающих соответствующее оборудование и операционные системы, к открытым операционным системам, которые могут быть адаптированы к местным потребностям, опираясь на стороннюю разработку приложений и монетизацию. Автопроизводителям следует принять во внимание аналогичный подход, и создавая свои платформы и оборудование открытыми, обратиться к разработчикам приложений и другим партнерам с предложением разрабатывать дополнительные возможности в сфере услуг.

Здравоохранение

Мобильная связь пятого поколения может привести к повышению

производительности труда в здравоохранении, изменению затрат и улучшению качества медицинской помощи. Истории болезни пациентов более не хранятся на бумажных носителях, с ними можно ознакомиться в электронных медицинских картах. Данные собираются и анализируются для разработки новых методов лечения и определения наиболее эффективных протоколов. Телемедицина позволяет давать консультации на расстоянии, что имеет свои плюсы. Жители стран с развитой экономикой считают такой вид обслуживания более удобным, а жители тех регионов, в которые врачи не могут приехать, наконец-то получают столь необходимую медицинскую помощь. Однако несмотря на это, технология не принесла ожидаемого прогресса. По сравнению с другими областями сфера здравоохранения отстает в оцифровке. Мощные инструменты, такие как расширенная аналитика, диагностика на базе искусственного интеллекта и анализ здоровья населения, подключение к медицинским устройствам и портативная медицинская техника работают лучше благодаря расширенным возможностям подключения к мобильной связи. Тем не менее для реализации всего потенциала этих технологий требуются гораздо более существенные изменения в самой системе здравоохранения, стимулах и участниках экосистемы.

Новое поколение связи поможет снизить затраты за счет повышения производительности и улучшения результатов, а также освободить инвестиционный потенциал, который, скорее всего, будет направлен в другие области. По оценкам экспертов, расширенные возможности мобильного подключения к 2030 г. приведут к повышению эффективности, которая в цифровом эквиваленте выражается увеличением ВВП на сумму от 250 до 420 млрд долл. Осознание преимуществ расширенного подключения является первым этапом реформы. Помимо этих прямых экономических выгод дальнейшая оцифровка системы здравоохранения может также оказать значительное косвенное воздействие на экономику в результате улучшения результатов в области медицины и оздоровления населения. Этот эффект, по оценкам, позволит мировому ВВП расти примерно на 2,1 трлн долл. ежегодно.

Ниже приведены примеры того, как связь нового поколения потенциально может повлиять на сферу здравоохранения.

Дистанционное наблюдение за пациентами: где бы они ни находились, пациенты с сенсорными устройствами на коже или (sic!) под ней могут часто проверять жизненно важные показатели, такие как частота сердечных сокращений, кровяное давление, уровень глюкозы и насыщение кислородом. Полученные данные будут мгновенно переданы по мобильной связи 5G для оценки врачом. Эти системы могут оповещать как пациентов, так и поставщиков медицинской помощи в режиме реального времени о необходимости профилактических мер. Дистанционный мониторинг поможет пациентам держать под контролем такие хронические заболевания, как диабет, хроническая обструктивная болезнь дыхательных путей, сердечная недостаточность и гипертония.

Согласно оценкам, системы дистанционного мониторинга пациентов, работающие в современных сетях, могут обеспечить ежегодную экономию в размере от 70 до 120 млрд долл. во всем мире, при этом снизится заболеваемость, пациенты будут удовлетворены удобством такой системы.

Программные и аппаратные системы поддержки принятия решения при помощи искусственного интеллекта: эти инструменты позволяют медицинским работникам получать самую свежую информацию, включая постоянно обновляемые научно обоснованные протоколы, электронные медицинские карты и данные из систем мониторинга пациентов. В Англии была протестирована система для соединения врачей с фельдшерами в машине скорой помощи. В пилотной версии врач использовал гарнитуру виртуальной реальности и джойстик, чтобы консультировать фельдшера во время процесса ультразвукового сканирования пациента с помощью тактильной перчатки, изображения передавались обратно врачу в режиме реального времени.

В программные и аппаратные системы поддержки принятия решений может интегрироваться ИИ, который учится на очень больших наборах данных, например таких, как истории болезни пациентов, результаты тестов и демографические данные, а также генетические профили. «Программное обеспечение как услуга» может помочь принять решение в любой точке мира при наличии соответствующей инфраструктуры. Сочетание расширенных возможностей подключения и сетей с высокой пропускной способностью и низкой задержкой, помноженные на ожидаемые достижения в области

вычислений, хранения данных и датчиков может позволить поставщикам медицинских услуг наладить работу таких систем. Использование этих систем способно принести дополнительно от 40 до 70 млрд долл., при этом темпы диагностирования ускорятся, снизится уровень ошибок и осложнений и будут совершенствоваться эффективные протоколы лечения.

Интегрированные командные центры: RFID и сенсорные датчики, установленные по всей больнице, а также штрих-коды на браслетах пациентов и клинические заключения могут передавать данные в режиме реального времени. В сочетании с возможностью подключения к сети на небольшие расстояния многопрофильные медицинские организации смогут получать информацию из каждого блока одновременно. Центральная панель мониторинга позволит управлять потоками пациентов, обеспечивая каждому пациенту наиболее подходящее место для ухода, сохраняя свободные койки и оптимизируя расписание работы персонала.

Расширенная связь – это базовая инфраструктура, которая может связать несколько ИТ-систем здравоохранения, а также датчики и маячки, применяемые в рамках медицинской помощи. Она может обеспечить более быструю, точную и регулярную передачу информации. Эффективность интегрированных командных центров, работающих на основе расширенной связи, в сумме составит от 40 до 70 млрд долл. в год.

Многие крупные больницы и системы здравоохранения уже внедряют более сложные цифровые системы управления. В Южной Калифорнии система предоставления медицинских услуг при Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе осуществляет дистанционное наблюдение за пациентами. Мемориальный медицинский центр Торранса использует командный центр для управления потоком пациентов и обеспечения готовности кроватей в случае необходимости; он полагается на датчики, связь на короткие расстояния и оптоволокно для поддержки инфраструктуры. Больницы Оксфордского университета полагаются на инструменты искусственного интеллекта для интерпретации изображений, которые в качестве системы поддержки помогают в принятии решений. Крупнейшая организация здравоохранения Израиля использует «умные шкафы» на базе интернета вещей для управления своими запасами медицинских приборов и расходных материалов. Больница Хамбер-Ривер в Торонто уделяет приоритетное внимание автоматизации как можно большего числа задач,

оптимизации потока пациентов и освобождению персонала для проведения большего количества времени непосредственно с пациентами.

Промышленность

Передовая связь нового поколения формирует платформу для внедрения технологий Промышленности 4.0 во всех отраслях. Волна технологических достижений, известных под общим названием «Промышленность 4.0», была вызвана резким увеличением объема доступных данных, развитием аналитики и машинного обучения, новыми формами взаимодействия человека и машины (например, сенсорные интерфейсы и системы дополненной реальности), а также способностью передавать цифровые предписания/инструкции в физический мир. Эти взаимодополняющие технологии позволяют управлять умными, экономичными и автоматизированными заводами. На тех предприятиях, где связь являлась барьером для дальнейшего развития, множество новых стандартов (таких как WLAN 7, BT mesh, fiber и высокочастотная сеть 5G) могли бы ускорить переход к цифровой форме производства.

Сегодня большинство фабрик и заводов имеют стационарные и промышленные сети Wi-Fi, которые относительно недороги, но имеют ряд недостатков. Wi-Fi часто сталкивается с помехами, а фиксированные соединения сложны в управлении и дорогостоящи в больших производственных пространствах. С внедрением высокочастотных сетей 5G производители получают надежную альтернативу, позволяющую осуществлять важные коммуникации для беспроводного управления машинами и производственными роботами.

Одним из вариантов для промышленных компаний в обеспечении передовой связи является строительство частных сетей 5G. Поскольку данные обрабатываются без соприкосновения с публичными сетями, компании, создающие частные сети, могут защищать конфиденциальные производственные данные и обеспечивать надежность при разработке собственных приложений. Производители автомобилей уже используют частные сети 5G для связи данных между производственными системами и отслеживания продукции на сборочных линиях. Регулирующие органы в ряде стран содействуют созданию частных сетей 5G для промышленных компаний, выделяя сетку частот для их использования. Когда начнется распределение сетки частот, крупные производители, вероятно, сразу же

создадут частные сети 5G. Но для того, чтобы средние компании последовали их примеру, потребуется еще какое-то время. Применение передовой связи на производстве может привести к росту ВВП на сумму от 400 до 650 млрд долл. к 2030 г.

Ниже приведем некоторые примеры использования публичных или частных высокочастотных сетей 5G.

Автоматизированные управляемые транспортные средства: заводы теперь в основном производят транспортные средства, которые либо работают по фиксированным алгоритмам, либо имеют только базовые возможности для оптимизации этих алгоритмов. Такие транспортные средства оснащены датчиками для навигации и предотвращения столкновений. Передовая связь позволит создать автопарки нового поколения, которые будут подключаться к облачным или пограничным серверам, поддерживающим расширенную аналитику. Эти транспортные средства могут просматривать данные для принятия сложных навигационных и координационных решений на основе контекста реального времени других подключенных машин и автоматизированных управляемых транспортных средств. Согласно оценкам, улучшение связи может принести от 130 до 200 млрд долл. прибыли за счет повышения производительности логистики.

3D-извлечение деталей из бункеров: на большинстве заводов машины выбирают детали из бункеров, доставая их из фиксированного места. Благодаря усовершенствованной передовой связи роботы смогут использовать сложные системы видения для определения местоположения деталей. Компания Pick-it создала роботов, оснащенных HD-камерами, которые могут находить детали с помощью компьютерного зрения. Поскольку расширенные возможности связи позволяют анализировать данные в облаке, сам робот требует минимальной вычислительной мощности. По оценкам, 3D-извлечение деталей из бункеров может принести от 30 до 50 млрд долл. за счет повышения производительности.

Общесистемное управление технологическими процессами в режиме реального времени: компании могут получить значительную прибыль, используя передовые аналитические методы для оптимизации и корректировки процессов не только на отдельных сборочных линиях, но и на нескольких заводах. Во многих случаях возможно модернизировать старое

оборудование и подключить надежные машины и датчики для проведения анализа. Это особенно важно для промышленной отрасли, где компании, как правило, сохраняют одно и то же оборудование в течение многих лет, со сложными и дорогостоящими фиксированными сетями, которые простираются через большие участки. Чтобы осуществлять контроль в режиме реального времени, они нуждаются в беспроводной, надежной и мало-затратной связи, которую может обеспечить связь нового поколения 5G. Управление технологическим процессом в реальном времени поможет значительно сократить число бракованных деталей, переделок и поломок, сэкономя от 130 до 200 млрд долл.

Дополненная реальность: работники смогут использовать очки дополненной реальности, которые в визуальном поле отображают инструкции для выполнения различных задач, например для проверки качества. Очки будут обрабатывать данные в режиме реального времени, чтобы обеспечить обратную связь с пользователем. Низкая задержка и высокоскоростная связь 5G позволят обрабатывать данные быстро, что снизит затраты и повысит энергоэффективность. Дополненная реальность в производстве, логистике и ИР может принести от 45 до 75 млрд долл. прибыли.

Контроль качества машинного зрения: ИИ может значительно улучшить визуальный контроль. Передовая связь позволит повысить производительность аналитики в режиме реального времени в системах качества зрения, так что отклонения обнаруживаются быстро, прежде чем обрабатываются несколько единиц измерения. В то время как разработка традиционных моделей машинного зрения сложна и требует около восьми месяцев, алгоритмы искусственного интеллекта могут быть обучены и развернуты в течение нескольких недель. По прогнозам, контроль качества машинного зрения способен принести от 50 до 100 млрд долл. за счет повышения производительности.

Специалисты предполагают, что через несколько лет число устройств интернета вещей, работающих на сети 5G, увеличится, а их широкое внедрение будет обеспечено в производстве и обработке данных (рис. 8). Промышленным компаниям необходимо разработать стратегию работы уже сейчас. Учитывая сложность систем 5G, производители часто обращаются к поставщикам технологий, чтобы определить правильное решение, которое

обеспечит максимальную отдачу от инвестиций. Поставщики промышленных автоматизированных систем и операторы связи (или специалисты по частным сетям) могут быть ключевыми партнерами в создании надежного фундамента.

Передовые компании уже нашли партнеров, которые позволяют обеспечить связь последнего поколения. Daimler, например, сотрудничает с Telefonica и Ericsson для реализации частной сети 5G в производстве автомобилей. Audi и Ericsson объединились для внедрения технологии 5G в производственной лаборатории Audi в Гаймерсхайме, в то время как Volkswagen в сотрудничестве с AWS создает промышленное облако для устройств интернета вещей.

Розничная торговля

Расширенные возможности связи и падение цен на ключевые технологии закладывают фундамент для более масштабных преобразований в сфере розничной торговли. Еще десять лет назад наш поход в магазины сильно отличался от сегодняшнего. Электронная коммерция ежегодно продолжает демонстрировать двузначные цифры роста, достигнув примерно 3,5 трлн долл. в мировых розничных продажах в 2019 г. Но интернет-магазины – это только часть истории. Технологии и автоматизация в настоящее время лежат в основе развития всей розничной цепочки создания стоимости.

Для клиентов цифровые технологии все чаще определяют выбор, даже когда покупки совершаются в магазинах. Например, примерно половина покупателей пользовалась омниканальными услугами⁶ (например, проверяла онлайн, есть ли товар на складе, прежде чем идти в магазин). Чуть более половины американских покупателей заходят на сайт Amazon для первоначального изучения продукта. Ритейлерам аналитика и автоматизация помогают повысить эффективность прогнозирования, управления запасами, операций административного отдела и маркетинга.

Меняются многие элементы розничной среды. Покупатели все чаще следуют советам пользующихся популярностью в сети блогеров и соверша-

⁶ Омниканальность в розничной торговле представляет собой непрерывную коммуникацию с клиентом посредством интеграции разрозненных офлайн и онлайн точек соприкосновения с покупателем в единую систему для совершения покупки.

ют покупки через социальные медиаплатформы. Почти треть потребителей активно листают свои аккаунты в социальных сетях во время покупок. Ожидания клиентов быстро развиваются, а молодежь и «поколение Z» (так называемые цифровые люди) считают электронную коммерцию более удобной и актуальной и предпочитают совершать покупки онлайн, нежели в магазине. Этот сдвиг в сторону цифровых измерений и омниканальных бизнес-моделей будет усиливаться.

В этом быстро меняющемся и все более цифровом мире крупные игроки хотят обеспечить постоянный комфорт, к которому привыкли клиенты, основываясь на новых стандартах, установленных лидерами электронной коммерции. Наиболее перспективные варианты использования сетей нового поколения включают сбор данных и их анализ в режиме реального времени, причем с высокой степенью надежности и безопасности. Такие функции, как компьютерное зрение, не могут работать с задержкой подключения. Для передачи информации по всей цепочке создания стоимости в серверные вычислительные системы требуются мгновенные и безопасные соединения.

Три типа технологий являются ключевыми. В их составе: несколько типов датчиков, пассивные и активные RFID-трекеры, NFC, Bluetooth-маяки и камеры, которые позволяют собирать данные, значительный объем памяти для обработки массивов данных о клиентах и операциях магазина, а также расширенные вычислительные мощности для обработки этих данных и запуска функций, основанных на ИИ (например, компьютерное зрение, обработка естественного языка, машинное обучение, алгоритмы рекомендаций и робототехника). Цены на эти технологии снижались в течение последних 10 лет, и эта тенденция, как ожидается, сохранится в течение следующего десятилетия.

Примеры использования передовой сети в розничной торговле представляют несколько ключевых технологий: датчики, трекеры, компьютерное зрение, ИИ, продвинутую аналитику и интеллектуальные интерфейсы. Более 90% из них оживут с помощью современных средств связи, таких как оптоволокно, низко- и среднечастотные сети 5G, Wi-Fi 6 или системы связи ближнего действия, например автоматизированные сканеры RFID. Высокочастотный 5G не является обязательным

условием, хотя он может повысить эффективность. Предположительный доход от использования упомянутых выше технологий может составить от 420 до 700 млрд долл. ВВП к 2030 г.

Ниже приведены три примера, когда использование передовой сети в розничной торговле может дать особые преимущества.

Сквозная видимость цепочки создания продукта: сдвиг в ожиданиях потребителей подталкивает розничных торговцев к омниканальной операционной модели. Модели реализации развивались на протяжении многих лет, чтобы предложить потребителям множество вариантов на выбор. Они могут купить в Интернете и забрать в магазине, отправить из магазина домой, отправить из распределительного центра домой, отправить из магазина в магазин, отправить по почте и многое другое. В результате розничные торговцы сталкиваются с проблемой управления запасами того или иного продукта.

Добиваться эффективности и экономии необходимо на всей протяженности цепочки создания продукта. Можно внедрить несколько технологий, включая управление складом следующего поколения, видимость транспортировки в режиме реального времени, смягчение последствий отсутствия запасов нужного товара, отслеживание запасов товара на полке. Сквозная прозрачность всей цепочки создания стоимости с помощью использования сети нового поколения может обеспечить экономию затрат в размере от 100 до 160 млрд долл. и увеличить выручку на 60–100 млрд долл.

Беспрепятственный, более удобный, процесс покупки в магазинах: электронная коммерция подняла планку удобства, и физические магазины должны соответствовать ей, чтобы оставаться на плаву. Обеспечение беспрепятственного процесса покупки может сэкономить от 150 до 250 млрд долл.

Например, интерфейсы с искусственным интеллектом и геозоны могут указывать покупателям на нужные им продукты и запоминать их предпочтения. Дополненная реальность может помочь покупателям точно понять, какой именно продукт они покупают и как он будет проявлять себя в различных средах; более того, клиенты могут без хлопот примерять одежду с интерактивными зеркалами.

Одним из самых многообещающих удобств было бы устранение кассы. RFID-сканеры, платежные маяки и компьютерное зрение позволят покупателям выходить из магазинов, беспрепятственно оплачивая товары, которые они несут. Их счета могут быть списаны автоматически, минуя очередь к кассе. Оптимизация чеков, основанная на трекерах, ИИ и машинном обучении, может сэкономить от 125 до 200 млрд долл.

Расширенная персонализация: расширенные возможности подключения могут поддерживать новый уровень персонализации в розничной торговле. Использование расширенных возможностей подключения для предоставления высокотехнологичного личного опыта в магазинах может увеличить выручку на сумму от 230 до 400 млрд долл., при этом увеличив общий объем продаж на 15–20%. Однако недавнее исследование MGI показало, что менее 10% компаний систематически используют такие стратегии за пределами своих цифровых каналов. Вместе с тем персонализированные предложения клиентам приведут к увеличению продаж на сумму от 140 до 230 млрд долл.

Розничная торговля уже испытала сильный удар со стороны онлайн-ритейла. Традиционные продавцы вынуждены быстро реагировать, осваивать новые цифровые возможности и оживлять работу магазинов. На отдельных рынках конкуренты в сфере розничной торговли, скорее всего, будут иметь одинаковый доступ к передовой сети. Различия будут заключаться в разработке приложений и решений, а также возможностях, интегрированных самими ритейлерами. В мире с развитой связью ритейлеры делятся на три категории по уровню доступности капитала и техническим возможностям (табл. 3). Крупные компании, которые первыми стали работать через сеть Интернет, имеют хорошие возможности для интеграции передовых технологий в свою цепочку создания стоимости. Они обладают вычислительной мощностью и платформами, позволяющими использовать новые типы расширенной аналитики для сегментации клиентов на все более детализированном уровне и более эффективного удовлетворения их потребностей. Amazon играет огромную роль в предоставлении технологических решений другим участникам экосистемы, в том числе через AWS с приложениями на базе искусственного интеллекта. Онлайн-сотрудники, которые хотят расширить свое физическое присутствие, могут создать мощные платформы данных о клиентах для наведения мостов между онлайн- и офлайн-каналами, что позволит

им сосредоточиться на инвестициях и кадровом обеспечении. Они могли бы даже продавать эти платформенные решения в качестве услуги другим компаниям в цепочке создания стоимости (хотя и не розничным конкурентам).

Вторую категорию составляют крупные игроки, предпочитающие традиционные способы ведения бизнеса. Хотя они не являются цифровыми аборигенами, они все еще хорошо подходят для реализации возможностей передовой связи 5G. Они обладают масштабностью, которая представляет реальную ценность от сбора данных и приложений, но для этого им, возможно, потребуется разработать более прочную технологическую основу и расширить возможности связи. Эти компании могут совершать приобретения или создавать партнерские отношения, чтобы быстро получить внутренние приложения.

И наконец, менее значительные компании будут вынуждены искать альтернативные стратегии. У них ограничен доступ к капиталу, и они, быть может, совсем не имеют технических возможностей, но могут принять готовые решения от внешних поставщиков. Заключение соглашений об оказании услуг с внешними поставщиками может быть одним из вариантов сохранения управляемости капиталовложений; другой возможный вариант – создание партнерств для проверки концепций. Например, такие компании, как Penta Systems, арендуют услуги мониторинга запасов на полках, для которых используются беспилотные летательные аппараты и компьютерное зрение. Standard Cognition может настроить бесконтактные платежные системы в любом розничном магазине с помощью устройств компании и искусственного интеллекта. Существует предложение «услуга одного окна», в которой несколько технических предложений объединены в готовые наборы решений для розничных торговцев. Более мелким розничным торговцам следует инвестировать в технологические инновации, чтобы вывести свою торговую точку на новый уровень, например с помощью виртуальных примерочных.

4. Преодоление препятствий на пути распространения связи 5G

Усовершенствованные подключения к сети имеют огромный потенциал. Более того, реализация этого потенциала не требует дополнительных технологических нововведений – большая ее часть достигается с помощью технологий, которые уже существуют достаточно давно. Конечные поль-

зователи в большинстве коммерческих сфер не спешат внедрять новые технологии. Анализ четырех крупных сфер экономики, рассмотренных в предыдущем разделе, свидетельствует о том, что барьеры, мешающие предприятиям реализовать весь потенциал возможностей подключения, отнюдь не новы, но их нельзя преодолеть только технологическими способами. И хотя трудности, которые возникают в каждой отдельно взятой коммерческой экосистеме, носят различный характер, общие черты между ними все же есть. В целом все проблемы можно разделить на пять групп (рис. 9). Они включают как проблемы со стороны спроса (например, варианты использования, требующие координации между различными подразделениями), так и проблемы со стороны предложения (например, несоотнесимость рисков и стимулов при внедрении инфраструктуры подключения).

Модель внедрения новых технологий в любую отдельно взятую коммерческую сферу может подразумевать координацию работы нескольких участников (от компаний в различных отраслевых вертикалях до правительственных учреждений). Многие из них сегодня не сотрудничают на регулярной основе. Возможно, им потребуется согласовать общие технические стандарты для работы систем, а эти стандарты все еще находятся на стадии развития даже на самых развитых рынках. В большинстве стран правительства могли бы выступить в качестве координаторов или организаторов, но львиная доля ответственности за решение этих проблем и формирование нормально функционирующих экосистем все равно ляжет на плечи частного сектора.

В здравоохранении, например, дистанционный мониторинг имеет очевидные преимущества для пациентов, но, чтобы наладить его работу, придется вовлечь в процесс медицинские учреждения, поставщиков медицинских технологий, плательщиков и государственные учреждения. Необходимо будет создать общие протоколы, стандарты и модели возмещения расходов. В модели системы оповещения «транспортное средство – инфраструктура» и «транспортное средство – транспортное средство» должны быть задействованы поставщики общественной инфраструктуры, конкурирующие производители автомобилей, поставщики услуг связи, производители технологий и оборудования.

Конечно, всегда есть возможность того, что поставщики услуг связи сами могут создать сетевую инфраструктуру, но без должной координации, она может быть не принята пользователями, а время и ресурсы, затрачиваемые на обеспечение этой координации, увеличивают ее стоимость. Соответственно, в тех сферах, где требования к капиталу особенно высоки, риски увеличиваются.

Проблема координации усугубляется тем, что потенциальные варианты использования новых систем связи носят фрагментарный характер. Выгода, которую можно получить с помощью расширенных возможностей подключения, существенна для всей экономики, но она распространяется на сотни вариантов использования и многие отрасли, а вместе они могут составлять лишь относительно небольшую часть общей стоимости в данной отрасли. Поскольку спрос сильно фрагментирован, то, с одной стороны, ни один участник не может задать темп развития, а, с другой стороны, заинтересованные стороны могут не увидеть для себя выгоды и отказаться от участия. И тут наименее заинтересованными окажутся те, кто не так далеко продвинулся по пути к цифровой трансформации. В результате все сведется к тому, что компании займут выжидательную позицию или предпочтут оставаться в вечном «пилотном чистилище». Иными словами, даже когда выгода от применения новых систем подключения очевидна, многие руководители компаний не рискуют использовать их в полной мере. Они запускают пилотные программы одну за другой, вместо того чтобы полноценно внедрить их в свою работу. В результате возникает феномен так называемого пилотного чистилища. Розничные торговцы и производители, например, могли бы извлечь выгоду из усовершенствованных технологий компьютерного распознавания изображений, но она не настолько значительна, чтобы они незамедлительно начали предоставлять услуги, в основе которых лежит эта технология.

Следовательно, решение указанных проблем может потребовать от компаний переосмысления бизнес-моделей и их роли в цепочках создания стоимости. Нельзя исключать возможность того, что если один субъект возьмет на себя роль координатора, то ему удастся побудить многочисленные заинтересованные стороны в более широких экосистемах двигаться вперед к общей цели. Пока остается открытым вопрос о том, кто возьмет на себя руководство и разработку бизнес-процессов. Крупные транснациональные корпорации, отраслевые компании, национальные и местные органы власти, а также другие крупные отраслевые субъекты, такие как

система здравоохранения, играют определенную роль в создании соответствующего спроса.

Ряд телекоммуникационных компаний по всему миру становятся все более значимыми партнерами при создании «умных городов». В сфере мобильности многие ключевые игроки автомобильной промышленности и индустрии смартфонов организовали Ассоциацию по разработке стандартов в области подключения мобильных телефонов к системам автомобиля. В некоторых регионах и сферах, предоставляющих товары и услуги, предназначенные для общественного потребления, возможно участие государственного сектора. В Сингапуре Singtel, Ericsson и Singapore Polytechnic объединились для создания 5G Garage – экспериментальной сети мобильной связи нового поколения; поставщики, бизнес-клиенты и другие заинтересованные стороны в течение какого-то времени приглашаются принять участие в ее тестировании; цель данного проекта заключается в том, чтобы в дальнейшем запустить более широкую экосистему 5G.

В коммерческих областях, о которых уже говорилось ранее, не всегда стимулы компаний по внедрению связи нового поколения совпадают. В частности, компания, которая берет на себя расходы по обновлению оборудования и систем, а также выполняет тяжелую работу по их внедрению, может быть не той, которая извлекает наибольшую выгоду, более того, ее выгода может быть даже несоизмерима с риском. Существуют случаи использования усовершенствованных видов подключения, когда очень трудно определить, кто именно получит от него выгоду. Например, инновации в области здравоохранения, основанные на расширенной связи, помогут улучшить результаты лечения пациентов. Но в то же самое время необходимо понимать, что основное инвестиционное бремя при этом будут нести больницы и системы здравоохранения, набирая новых квалифицированных сотрудников и модифицируя способы занятости, а основная часть конечной финансовой выгоды окажется у страховщиков, пациентов и государственного сектора. Сегодня некоторые страховые компании начинают работать на опережение и инвестируют в связь 5G. Аналогичная ситуация складывается у поставщиков услуг связи. Именно поставщики услуг связи часто являются субъектами, которые должны вкладывать на свой страх и риск значительный капитал для создания передовых сетей, но это совсем не значит, что они извлекут из этого выгоду. Действительно, потребительские интернет-компании, средства массовой информации и рекламные

компания уже давно извлекают выгоду, предлагая сверхсовременные услуги, которые работают благодаря сетям, созданным и поддерживаемым поставщиками услуг связи, но сами поставщики не могут так же выгодно монетизировать свою деятельность.

Иногда экономические и социальные выгоды от применения нового поколения мобильной связи могут быть настолько значительными, что способны привлечь представителей государственного сектора, которые выступят в качестве посредника для тех, кто осмеливается развивать инфраструктуру. Варианты и рычаги давления, имеющиеся в распоряжении правительств, чтобы помочь преодолеть проблемы, варьируются в зависимости от страны, ее амбиций, имеющихся ресурсов, а также многих других факторов, как, например, те, которые связаны с политикой в области конкуренции или защиты прав потребителей. Одним из возможных решений является масштабное государственное финансирование фундаментальных исследований и разработок для стимулирования экспериментов в этой области. Другим направлением могут стать нормативные решения, направленные на улучшение инвестиционного климата для поставщиков услуг связи. Например, с точки зрения затрат совместное использование сети оказалось правильным решением, которое успешно внедрялось с предыдущими поколениями сотовой связи. Предположительно потенциал 5G гораздо больше, поэтому производители устройств и оборудования могут добиться экономии за счет масштабности. Некоторые правительства выдают субсидии. Китай, например, за последние несколько лет сделал огромные инвестиции в свои стационарные и сотовые сети с целью предложить услуги 5G во всех крупных городах и переключить четверть мобильных абонентов на 5G уже к 2025 г. Корейская стратегия 5G Plus предусматривает 27 млрд долл. налоговых льгот и государственных инвестиций к 2022 г. Другие инициативы прямой поддержки включают субсидирование на приобретение оборудования, предоставление налоговых льгот, финансирование исследований и разработок, а также испытательные модели 5G. В некоторых странах субсидии выдаются с целью сократить разрыв между городом и деревней. Например, в США Федеральная комиссия по коммуникациям планирует выделить 20 млрд долл. на улучшение мобильной связи в сельских районах.

Экономическая выгода усовершенствованного подключения тесно связана со стоимостью потоков данных. Сценарии использования, ко-

торые обещают персонализацию продуктов (например, в розничной торговле) или повышают производительность за счет межмашинного взаимодействия (например, в производстве), основаны на сборе больших данных о потребителях и компаниях. Для того чтобы использование сетей 5G стало массовым, люди не должны беспокоиться о конфиденциальности предоставляемых ими данных, а компании – о конфиденциальности и сохранности данных. Внедрение новых систем требует устранения рисков, связанных с безопасностью данных, начиная от несанкционированного доступа к личным или бизнес-данным и заканчивая безопасностью физических устройств, совместимых с интернетом вещей.

Права собственности на данные и обеспечение совместимости программ также являются потенциальными препятствиями для внедрения новых мобильных сетей, особенно в приложениях IoT. Проблему программной совместимости данных можно теоретически решить путем внедрения открытых стандартов или создания платформ, которые могут переводить данные из одного формата в другой. Но программная совместимость данных подразумевает прежде всего то, что все участники коммерческого домена разделяют понимание прав собственности на данные, которые создают различные подключенные устройства. Например, кто имеет право владеть данными о состоянии здоровья, получаемыми с устройства, которое наблюдает состояние пациента? Пациент, поставщик услуг, производитель устройства или какая-либо другая сторона? Кто будет решать, как и с кем следует делиться полученной информацией? Такие проблемы не ограничиваются только сферой здравоохранения, они распространяются и на сферы производства, розничной торговли и мобильности. Одним из возможных путей преодоления препятствий, связанных со сложностью данных, является создание общих стандартов данных. Для создания стандартов необходимо добиться тесного сотрудничества между отраслевыми ассоциациями, поставщиками технологий и лицами, ответственными за создание политики в сфере мобильной связи.

Некоторые из проблем, сдерживающих прогресс, возникают из-за унаследованного программного обеспечения и финансовых ограничений. Как участники домена, так и поставщики услуг связи могут иметь обширную базу устаревших устройств, обновление которой будет стоить дорого. Даже розничные торговцы и оптовики, а также производители могут отложить подключение к новым мобильным сетям из-за необходимости

делать масштабные капиталовложения. За последнее десятилетие многие компании не обновляли свои устройства по причине неопределенности инвестиционных перспектив.

Существует ряд вопросов, специфичных для конкретных сфер, например здравоохранения или мобильной передачи данных, которые связаны с нормативной неопределенностью. Для поставщиков услуг связи практические ограничения, такие как доступность сетки частот, права доступа к общественной инфраструктуре и ограничения по плотности, являются постоянными проблемами, которые часто приходится преодолевать на местном уровне. Улучшение качества и количества сетей очень важно, но эта задача стоит не только перед провайдерами. Правительства заинтересованы в ускорении создания и модернизации сетей, чтобы получить выгоду от производительности и добиться более инклюзивного роста. Политики не могут решить все проблемы, но они могут устранить некоторые препятствия. Доступность сетки частот, в частности, является одним из них, поскольку неиспользуемые блоки сетки в приоритетных диапазонах для развертывания 5G становится все труднее найти. Органы управления должны будут обеспечить перемещение других приложений за пределы приоритетных диапазонов. Они также могут облегчать и поощрять совместное использование сетки частот поставщиками услуг связи и другими приложениями.

Кроме того, в разных странах на государственном уровне могут создаваться четкие и продуманные правовые рамки вокруг спорных тем, таких как ограничения по плотности и права доступа к общественной инфраструктуре для плотных сетевых установок. Это будет способствовать устранению неопределенности, связанной с осуществимостью, стоимостью и доходностью внедрения, и как только будет достигнута ясность в данном вопросе, поставщики услуг связи получат импульс к дальнейшему развитию своих услуг.

5. Страновые различия в качестве подключений

Даже если большая часть проблем, описанных выше, найдут свое решение, экономическое обоснование построения усовершенствованных и передовых сетей будет сильно различаться по странам. Кроме того, боль-

шая разница будет заметна в рамках одной страны между городскими и сельскими районами даже в пределах самых многообещающих национальных рынков передовой связи.

Не получая поддержки со стороны инвесторов и органов, ответственных за создание политики на рынке мобильной связи, поставщики услуг связи, естественно, ограничивают наращивание своих сетей теми областями, в которых они могут окупить собственные капитальные вложения. Им необходимо взвесить ожидаемый доход и прибыльность, стоимость капитала, плотность населения, стоимость внедрения на душу населения и многое другое. Поставщики услуг современной мобильной связи должны будут определить приоритеты в своем портфеле капитальных затрат, оценивая долю, выделяемую ими на улучшение подключения, исходя из многочисленных технологических циклов, которые они должны поддерживать. Сроки внедрения в каждой стране будут зависеть от финансового состояния поставщиков услуг, их годового уровня расходов и зрелости рынка подключений усовершенствованного и передового типов.

Страны, которые сегодня находятся в авангарде, могут рассчитывать на более высокие показатели и новые возможности, которые пока останутся недоступными для развивающихся стран. Безусловно, в течение следующего десятилетия мобильные подключения станут повсюду быстрее и надежнее, но предельных значений в этой области вряд ли стоит ожидать. Согласно экспертным оценкам, к 2030 г. примерно 80% мирового населения при прочих равных условиях могло бы иметь расширенные зоны покрытия, при этом четверть населения мира будет охвачена сетями 5G.

Страны можно разделить на четыре группы, исходя из нескольких факторов: динамики доходов (например, средний доход на пользователя и уровень использования данных), динамики затрат (например, качество и размер существующей телекоммуникационной инфраструктуры, а также плотность городского населения) и динамики рынка, включая различия в регулировании и конкуренции.

Пионеры: Япония, Южная Корея и США. Эти страны неизменно лидируют в сфере обеспечения связи. Они начинают применять высокочастотную

связь 5G в отдельных районах крупных городов. Вероятнее всего, эти страны останутся в авангарде благодаря развитой инфраструктуре стационарных сетей и относительно сильному финансовому положению операторов.

Лидеры: Великобритания, Германия, Франция и Канада очень близки к странам-пионерам. Однако инвестиции операторов на этих рынках ограничены, поскольку ценовая конкуренция снизила маржу. Провайдеры в таких странах получают более низкий средний доход с одного пользователя, чем их коллеги из стран-пионеров.

Последователи: Бразилия, Турция и Польша. Эти страны примерно на два-четыре года отстают от пионеров, но усовершенствованные и передовые сети, вероятно, появятся, только в крупных городах. Операторам в этих странах может быть труднее поддерживать крупные капитальные вложения, необходимые для создания более высокотехнологичных сетей. В результате существующая стационарная инфраструктура часто бывает неудовлетворительной даже в городских районах. В течение следующего десятилетия в странах этой группы основное внимание будет уделяться усовершенствованным мобильным сетям (низко- и среднечастотной сети 5G) и более активному применению оптоволокна. В зависимости от доступности услуг спутники на низкой околоземной орбите могут восполнить пробелы в покрытии в сельских районах.

Отстающие рынки: в данную категорию попадают многие страны Африки, а также Иран и Боливия. Эти страны, как правило, имеют ограниченную базовую инфраструктуру подключения и вряд ли в ближайшем будущем внедрят передовые мобильные сети. Население стран этой категории меньше использует данные, и несмотря на то, что низкоорбитальные спутники могут обеспечить возможность подключения для большей части населения, стоимость и доступность устройств тем не менее ограничат численность пользователей.

Помимо четырех описанных выше категорий существуют еще две страны, которые представляют собой уникальные случаи.

*Китай*⁷. За последние несколько лет Китай вложил огромные средства в свои стационарные и сотовые сети, построив сложную и уплотненную базовую инфраструктуру связи. Страна продолжает создавать новые и совершенствовать передовые технологии в этой сфере быстрее, чем любая другая страна. Ожидается, что в течение следующих пяти лет компании инвестируют еще 145 млрд долл. в сети нового поколения 5G с целью начать их использовать во всех крупных городах и переключить более четверти китайских мобильных устройств на сети 5G к 2025 г.

Индия. Цифровизация в Индии происходит быстрее, чем на любом другом национальном рынке. Согласно исследованиям, к 2023 г. число пользователей Интернета в Индии может достигнуть 800 млн человек. Несмотря на то что компании модернизируют и расширяют мобильные сети, их показатели производительности, вероятно, будут отставать в большинстве регионов страны, за исключением нескольких ключевых городских районов. Создание стационарных сетей замедляется тем, что провайдеры вынуждены поддерживать подписную плату на довольно низком уровне, чтобы обеспечить достаточное количество пользователей. Скорее всего, для стимулирования роста экономики потребуются повышение цен или вмешательство правительства. Например, в настоящее время правительство поддерживает программу BharatNet, которая находится примерно на полпути к поставленной цели по обеспечению высокоскоростным широкополосным доступом в 250 тыс. деревень Индии.

Тип и масштабы инфраструктуры связи варьируются не только в зависимости от страны, но и в пределах одной страны. Поставщики на пионерских рынках начинают создавать высокочастотную связь 5G в отдельных городских районах, и в то же время в менее продвинутых районах они, скорее всего, начнут с низко- и среднечастотной сети 5G с тем, чтобы модернизировать инфраструктуру только по мере развития рынка и роста спроса. Провайдеры в странах с наименее развитой экономикой, скорее всего, будут вкладывать средства, предлагая большей части населения низко- и среднечастотные сети 5G. В каждой стране потенциальный доход, затраты на рабочую силу и оборудование, урбанизация и собственные

⁷ На самом деле в настоящее время Китай является самой передовой страной в области внедрения связи 5G. По-видимому, сама мысль о технологическом лидерстве Китая является невыносимой для экспертов McKinsey. Поэтому они предпочли выделить эту страну в отдельную группу.

финансовые возможности провайдера будут определять жизнеспособность инвестиций и приводить к разным показателям охвата.

Большинство стран ставят перед собой цель охватить к 2030 г. около 80% населения мира (примерно 7 млрд человек) сетями 5G низкой и средней частотности, хотя уровень качества будет варьироваться. Согласно оценкам специалистов, такое расширение охвата может обойтись примерно в 400–500 млрд долл. Внедрение новых видов сетей будет во многом зависеть от существующей инфраструктуры 4G. Для развертывания настоящей высокочастотной сети 5G в диапазоне миллиметровых волн требуется более специализированная инфраструктура и крупные инвестиции. Поставщикам услуг подключения потребуется уплотнить свою сеть радиодоступа, обновить базовую сеть 5G и сетевые операционные системы, чтобы обеспечить максимальные возможности с точки зрения скорости, задержки при передаче данных и плотности устройств. Предположительно им потребуется инвестировать от 700 до 900 млрд долл., чтобы охватить хотя бы 25% населения мира. В обозримой перспективе эти сети, вероятно, будут присутствовать только в определенных географических регионах.

В ряде стран оптоволоконные сети построены за счет государственных субсидий, потому что для поставщиков услуг связи они были экономически невыгодными. В течение следующего десятилетия усовершенствование стационарных сетей по-прежнему будет обеспечиваться небольшим числом компаний. Если не будет дополнительной поддержки со стороны государственных или частных заинтересованных сторон, покрытие оптоволоконной сетью в мире должно вырасти, охватив примерно 50–55% населения, сегодняшний уровень охвата варьируется от 40 до 45%.

В результате этих страновых различий разрыв в возможности подключения между сферами может увеличиться (рис. 10). Когда дело доходит до высокочастотной сети 5G, различия очевидны. Благодаря обширной инфраструктуре радиодоступа и транспортной сети поставщики с большим капиталом способны уже к концу десятилетия обеспечить доступ к современному мобильному подключению до 50–55% населения в странах-пионерах и в Китае. Усовершенствованные сети могут охватить от 5 до 15% населения стран с отстающими рынками и Индии.

Ситуация со стационарными сетями несколько другая. Страны-пионеры и Китай уже имеют более высокий уровень покрытия оптоволоконными сетями, чем остальной мир, что оставляет им мало возможностей для роста. Следовательно, лидеры, скорее всего, продемонстрируют умеренный рост в течение десятилетия. Однако рынки в странах-последователях характеризуются относительно низкой площадью покрытия оптоволоконными линиями – менее 30%, а неподключенных областей настолько много, что они являют собой надежное экономическое обоснование для поставщиков услуг связи. Согласно оценкам специалистов, покрытие на этих рынках может удвоиться уже в ближайшее время. Для отстающих рынков и Индии характерны низкие показатели охвата даже в густонаселенных районах, но вряд ли эти рынки ждет стремительное развитие из-за ограниченного потенциального дохода, который можно предвидеть, исходя из сегодняшней ситуации. Стационарные сети могут быть доступны только примерно 10% населения.

Как уже упоминалось, внутри отдельных стран наблюдается большой разрыв в качестве связи между городом и деревней. Безусловно, качество обслуживания во многих сельских районах улучшится, но не достигнет уровня города (рис. 11). К 2030 г. от 80 до 85% городских жителей во всем мире будут обеспечены передовыми видами связи. Вследствие этого в развивающихся странах разница в качестве сетей между городом и деревней увеличится еще больше.

В эпоху сетей предыдущего поколения провайдеры обычно стремились к общенациональному или почти общенациональному охвату. Но высокие затраты на создание сетей 5G в сочетании с прогнозами роста доходов означают, что провайдерам придется использовать более адресный подход. Тем не менее в некоторых густонаселенных городских районах с очень высоким потреблением данных на душу населения имеющиеся преимущества эффективности сети оправдывают ее внедрение, поскольку провайдерам становится проще справиться с растущей плотностью устройств и трафиком данных. Поскольку многие сельские районы просто не обладают определенной плотностью или спросом со стороны бизнес-структур для поддержки необходимых капиталовложений, стоимость одного обслуженного клиента становится слишком высокой. Для устранения «сетевой отсталости» в сельских районах

потребуется вмешательство государственного сектора или частных инвесторов, которые помогут обеспечить более широкий доступ.

Доходы, оцениваемые в размере от 1,2 до 2 трлн долл., в четырех указанных выше коммерческих сферах распределяются по группам стран очень неравномерно (рис. 12). Страны, находящиеся в авангарде, могут получить непропорционально большую долю выгоды, а отстающие страны – отстать еще больше.

Разница в результатах связана прежде всего с доступностью усовершенствованных или передовых подключений. Если посмотреть на ожидаемые уровни охвата по группам стран, то замечен гораздо более явный разрыв в части передовой связи по сравнению с усовершенствованной. Это разделение становится еще более значительным при рассмотрении охвата городских территорий, поскольку эти районы в конечном итоге вносят наибольший вклад в ВВП.

Несмотря на то что за последние несколько лет внедрение мобильной связи значительно увеличилось, около 40% населения мира не подключены к сетям с поддержкой 3G. Это означает, что около 2,5 млрд человек по-прежнему не имеют доступа к сети. Решение этой проблемы является важным вопросом для экономического развития. Обеспечение «универсального доступа к Интернету в наименее развитых странах» является одной из целей ООН в области устойчивого развития.

Итак, около 400 млн человек во всем мире, в основном в сельских районах отстающих стран, не охвачены какой-либо сетью и поэтому не имеют к ней доступа. Но проблема заключается не только в отсутствии сетей. Около 2 млрд человек охвачены сетями, но не пользуются мобильным Интернетом из-за наличия других препятствий. К ним относятся доступность устройств и тарифных планов, готовность (многие люди неграмотны или у них отсутствуют цифровые навыки) и актуальность онлайн-контента.

Даже без развития в сфере подключения к Интернету демографические и экономические сдвиги могут привлечь в сеть к 2030 г. еще миллиард человек. Во-первых, один только рост населения при нынешних темпах внедрения должен добавить 400 млн новых пользователей мобильного Интернета. Во-вторых, урбанизация, вероятно, приведет к тому, что 150 млн в

настоящее время не подключенных к сети сельских жителей переселятся в городские районы с лучшими возможностями трудоустройства и лучшим охватом сети (хотя высокая рождаемость в сельских районах развивающихся стран частично противодействует этой тенденции). В-третьих, рост доходов домохозяйств должен позволить 450 млн человек впервые приобрести устройства или оплатить тарифные планы по текущим ценам. Наконец, повышение грамотности и цифровых навыков позволит 300 млн человек выйти в Интернет. При этом нельзя не учитывать того факта, что некоторые люди, отвечающие вышеперечисленным требованиям, не почувствуют необходимости воспользоваться Интернетом, в основном из-за отсутствия соответствующего контента (особенно контента на их родном языке).

Помимо демографических и экономических тенденций, описанных выше, еще от 800 млн до 1 млрд человек могут подключиться к Интернету в результате повышения доступности и актуальности. Ожидается, что внедрение и модернизация сетей, особенно в сельских районах отстающих стран, сократят разрыв в охвате до 4–6% мирового населения. Разрыв в доступности должен сократиться и затронуть лишь 6–14% населения, если цены на самые дешевые смартфоны продолжат падать, а поставщики услуг связи смогут предлагать более дешевые тарифы передачи данных начального уровня для клиентов с низкими доходами. Наконец, местный контент и услуги со временем станут развиваться, что будет побуждать все большее число людей подключаться к сети Интернет. В результате всех этих событий доля мирового населения, остающегося в автономном режиме, должна сократиться вдвое, упав с 40% (данные на сегодняшний день) до 20% к 2030 г. Несмотря на этот прогресс, более 300 млн человек, проживающих в основном в сельских районах, может по-прежнему не иметь доступа к сети. Кроме того, около 1 млрд человек могут оставаться без сети из-за сохраняющихся барьеров доступности, актуальности или готовности, о которых говорилось выше.

Чтобы получить более детальную картину развития коммуникаций в течение следующего десятилетия, необходимо пристальнее изучить возможности поставщиков, которые будут создавать новую цифровую магистраль. Телекоммуникационная отрасль вчерашнего дня с высокими барьерами для входа на рынок и небольшой конкуренцией ушла в прошлое. В настоящее время появляются новые игроки, и на некоторых рынках даже ведутся ценовые войны. Внедрение усовершенствованных

и особенно передовых типов подключений требует больших инвестиций. В то время, когда зрелые рынки насыщены, конкуренция ведет к ценовым войнам, а предложения беспроводной связи становятся товаром.

Межстрановые различия будут влиять на то, как и куда поставщики решат инвестировать. Прогнозируется, что до 2025 г. те, кто находится на передовых рынках, потратят до 1000 долл. на душу населения, в то время как на отстающих рынках могут инвестировать только 20–30 долл. на душу населения. Отчасти эта разница связана с различными затратами на рабочую силу, землю и материалы, но в большей степени – с инвестированием компаний в тех областях, где они видят более высокий потенциал дохода и более благоприятные условия для внедрения. В то время как провайдеры на пионерских рынках и в Китае уже вложили значительные средства в инфраструктуру и имеют хорошие возможности для дальнейшего развития, в остальном мире необходимо будет найти дополнительные источники дохода для устойчивого покрытия затрат на усовершенствованные сети. Способность провайдеров взять на себя крупные капиталовложения в ближайшие годы зависит не только от возможностей как таковых, но и от их финансового здоровья (рис. 13). На ведущих рынках (особенно в Европе) наблюдается ситуация застоя и усиление ценовой конкуренции. С 2012 по 2018 г. выручка в целом упала на 14% в период, тогда как капитальные вложения увеличились почти на треть, что привело к значительному сокращению свободного денежного потока. Это ставит компании в более сложное положение, поскольку они считают необходимым продолжать увеличивать капитальные вложения на 6% ежегодно в течение ближайших пяти лет. Поставщики в странах-последователях показали стабильную выручку на фоне увеличения капитальных затрат. Они смогли повысить операционную эффективность и значительно улучшить свои денежные потоки.

У компаний из отстающих стран и Индии рост выручки составил 43 и 8% соответственно с 2012 по 2018 г. Между тем их денежные потоки не уменьшались. Некоторые операторы связи вложили значительные средства в инфраструктуру 4G и низкоорбитальные спутники, а цены на услуги при этом резко снизились. В результате вся отрасль оказалась в непростой ситуации, при этом в 2018 г. капитальные вложения превысили показатель прибыли до уплаты налогов, процентов износа и амортизации. В течение следующих пяти лет ожидается, что поставщики в странах-пионерах продолжат стабильное увеличение капиталовложений примерно на 1–3% в

год (до 1000 долл. на душу населения). Те же компании в странах-пионерах и Китае, которые уже предприняли серьезные шаги по наращиванию объемов, должны быть обеспечены за счет значительного роста продаж и операционного денежного потока. В будущем рынки, уже вложившие значительные средства в создание основ инфраструктуры, необходимой для расширенной сотовой связи, вероятно, смогут поддерживать стабильное соотношение капиталовложений и прибыли. Однако остальной мир столкнется с трудным выбором, поскольку возникнет необходимость наверстывать упущенное, обеспечивая при этом прибыльность своих предложений. Вполне вероятно, что провайдерам придется искать дополнительные источники дохода или пересматривать условия предоставления своих услуг. Как указывалось выше, часть этого дополнительного дохода может быть получена за счет подключения к сетям новых пользователей, ранее не имевших доступа к сети.

Приложение

Рисунок 1. **Сравнительный уровень цен по отдельным параметрам телекоммуникационных технологий: 2014 и 2020**

Доступность основных технологий, основанная на подключении к сети, придаст финансовую жизнеспособность и масштабность некоторым проектам.

Коэффициент: 100 = 2014

■ 2014 ■ 2020

* FLOP(S) – Floating Point Operations Per Second – внесистемная единица, используемая для измерения производительности компьютеров, показывающая, сколько операций с плавающей запятой в секунду выполняет данная вычислительная система.

Рисунок 2. **Глобальный интернет-трафик данных***: 2018 (в процентах от общего интернет-трафика)

Потребители создают большую часть глобального онлайн-трафика данных в основном в развлекательных контентах.

* Трафик данных, который проходит через магистрали Интернета. Из него исключен управляемый IP-трафик, такой как транспортная IP-сеть для ТВ и видео по запросу, а также корпоративный IP-трафик WAN. Включение управляемого IP-трафика тем не менее выдаст похожие результаты, поскольку большую часть этого вида трафика занимает телевидение по запросу потребителей.

Рисунок 3. Мобильный трафик в странах Северной Америки

В Северной Америке только 20% пользователей потребляют более 60% данных, хотя у большинства пользователей есть безлимитные тарифные планы.

В процентах от всех тарифных планов

Мобильный трафик по пользовательским группам в Северной Америке

■ 2016
■ 2018

Доли мобильных планов с ограниченным и безлимитным трафиками

■ Безлимитный план
■ Варьируемый / лимит данных
○ В среднем гигабайт в месяц для пользователя

Примечание. Сумма может не достигать 100% из-за округления данных.

Рисунок 4. Драйверы роста онлайн-видеотрафика: 2018–2030

Рост числа пользователей и времени просмотра видеоконтента, а также увеличение контента с высоким разрешением будет стимулировать массовый видеотрафик в Интернете.

* Большая часть роста числа пользователей, вероятно, будет происходить в Индии (+150%), отстающих странах (+70%) и Китае (+45%).

** Большая часть увеличения времени, проведенного онлайн одним пользователем, связана с тем, что Индия и отстающие страны наращивают время просмотра видеоконтента и догоняют ведущие страны, а в странах с развитой экономикой продолжается сдвиг от обычного телевидения к онлайн-видео.

*** В то время как контент с низким разрешением сейчас составляет 95% трафика (SD/HD), ожидается, что к 2030 году 90% контента будет высокого разрешения (UHD или 4K).

Примечание. Битрейт – это количество бит, используемых для передачи/обработки данных в единицу времени.

Рисунок 5. **Количество устройств и объем трафика по видам устройств: 2018–2030**

К 2030 году межмашинные устройства могут составить более 70% всех подключенных устройств, но только 12% трафика данных.

* Трафик данных, который проходит через сеть Интернет, без учета управляемого IP-трафика, такого как транспортная IP-сеть для ТВ и видео по запросу, а также корпоративного IP-трафика WAN. Включение управляемого IP-трафика практически не изменит результаты, поскольку подавляющая часть этого вида трафика исходит от кастомизированного телевидения.

Рисунок 6. Прогноз развития телекоммуникаций в отдельных секторах экономики до 2030 года

Проанализированы варианты использования в четырех сферах. Возможность подключения к сетям обеспечит выгоду не только в этих сферах, но и за их пределами.

Прогнозируемое влияние на ВВП расширения возможностей подключения к 2030 году
Проценты, триллионы долларов

Категории воздействия согласно выбранным вариантам использования (здравоохранение, производство, транспорт и инфраструктура, розничная торговля)
Доля общих выбранных примеров использования, проценты

Рисунок 7. Прогноз распространения подключенных автомобилей в регионах мира по видам подключения до 2030 года

Распространение подключенных автомобилей будет продолжать расти.

* Общие аппаратные возможности подключения; основные функции, улучшающие качество автомобиля, такие как управляемая навигация, статистика вождения.

** Персонализация на основе предпочтений; промежуточные функции, улучшающие качество автомобиля, такие как персонализация услуг, доступных прямо с панели управления.

*** Интеллектуальная система; улучшенные возможности автомобиля, такие как мультисенсорное живое взаимодействие и неконтролируемый интеллект.

Рисунок 8. Прогноз продаж IoT в сетях 5G по секторам, использующим технологии Промышленности 4.0 (количество сделок)

Через несколько лет число устройств интернета вещей, работающих в сети 5G, увеличится.

**Прогнозирование продаж IoT в сетях 5G
для секторов Промышленности 4.0**
Миллионы сделок

Рисунок 9. Препятствия, сдерживающие перспективы подключения

Рисунок 10. Прогноз покрытия сотовой и фиксированной связью по скорости передачи данных и группам стран до 2030 года

Различия в покрытии связью между странами разных групп будут увеличиваться.

Рисунок 11. Прогноз покрытия сотовой связью регионов по типам заселенности до 2030 года

Сложные экономические аспекты внедрения передовых сотовых сетей в отдаленных районах увеличат разрыв между городом и сельской местностью.

Рисунок 12. Прогноз производства стоимости по группам стран до 2030 года

Выгода, полученная в четырех коммерческих областях, распределяется по группам стран очень неравномерно.

2030

%

■ Пионеры ■ Китай ■ Лидеры ■ Последователи ■ Отстающие ■ Индия

Прогнозируемый вклад в мировой ВВП по группам стран

Распределение влияния на ВВП моделей внедрения подключений к сети

Рисунок 13. Прогноз новых подключений к Интернету по группам стран до 2030 года

Подключение пока не подключенных или недостаточно подключенных к Интернету групп населения может увеличить мировой ВВП примерно на 2 трлн долл. к 2030 году.

Таблица 1. Классификация развивающихся телекоммуникационных технологий

	Сетка частот подключения	Предлагаемые преимущества
Передовые	Группы низкоорбитальных спутников	Глобальное покрытие со значительно уменьшенной задержкой в передаче данных по сравнению с существующими предложениями спутниковой связи
	Высокочастотные сети 5G (т. е. миллиметровые волны)	Самая высокая скорость, низкая задержка передачи данных и надежная сотовая связь
Усовершенствованные	Низко- и среднечастотные сети 5G	Использование высокоскоростной сотовой связи с малой задержкой передачи данных на основе существующей инфраструктуры 4G
	Wi-Fi 6	Wi-Fi нового поколения с улучшенной скоростью, плотностью устройств и функциями, позволяющими повысить эффективность устройства
	Оптоволокну / стандарт передачи данных по коаксиальному телевизионному кабелю 3.x	Высокоскоростные фиксированные сети с низкой задержкой, поддерживающие другие возможности подключения
	Высокоскоростные фиксированные сети с малой задержкой передачи данных, которые поддерживают другие возможности подключения LPWAN (например, NB-IoT, Sigfox, LoRa)*	Сети с низким энергопотреблением и низким уровнем обслуживания, поддерживающие высокую плотность подключенных устройств
	Короткий диапазон (например, RFID/Bluetooth)	Быстрое и эффективное соединение между устройствами, хранение и идентификация

* LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) – энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия, разработанная для передачи небольших по объему данных на дальние расстояния; NB-IoT – узкополосный интернет вещей.

Таблица 2. Новые игроки и новые услуги в развитии мобильных экосистем

Инфраструктура подключения	Магистраль для всей системы; может включать низкоорбитальные спутники, 5G и т. д.
Провайдеры связи	Услуги передачи данных для обеспечения связи от транспортных средств к сетям и другим поставщикам услуг
Изготовители оборудования и поставщики запчастей	Сами транспортные средства, включая программное обеспечение, датчики и платформы, которые им необходимы для интеграции в окружающую среду
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1	Операционные системы	Операционные системы бортового компьютера
Облачные платформы	Некоторая обработка данных в автомобиле может в конечном итоге быть перенесена в облако
Сервисы приложений	Приложения, программное обеспечение и дополнительные функции для потребителей, такие как управление автопарком, картографические сервисы и распознавание голоса
Магазины приложений	Торговая площадка / пользовательский интерфейс для водителей и пассажиров с доступом к новым функциям и продуктам
Поставщики вторичного рынка	Техническое обслуживание и сервис, включая особенно важные замены и обновления аппаратных и программных компонентов для подключения

Таблица 3. Стейкхолдеры интеграции услуг распределительных платформ в розничной торговле

Заинтересованные стороны	Число розничных продавцов		
	Большое		Маленькое
	Онлайн-продавцы	Традиционные продавцы	Подвижные участники*
Инфраструктура подключения			
Услуги связи		Внешние	
Поставщики / генератор компьютерных моделей**			
Датчики / поставщики технологий			
Вычисления / хранилище (облако)	Управление большими частями разработок приложений и облачной инфраструктуры осуществляется внутри компании, при этом требуется ограниченная поддержка со стороны сторонних партнеров	Облачная инфраструктура и непрофильные приложения под управлением внешних партнеров	Все разработки приложений управляются внешними партнерами
Сервисы приложений			
Розничные продавцы		Основные приложения, интегрированные и управляемые розничными торговцами	

* Включает крупные холдинги с несколькими брендами, не увеличивающие масштабы розничной деятельности.

** Крупные розничные торговцы (с точки зрения заказов) имеют больше возможностей вести переговоры с поставщиками и производителями потребительских товаров для оснащения продуктов, поддонов и контейнеров системами отслеживания.

Обзор выполнен на основе следующих публикаций:

1. McKinsey Global Institute (2020), *Connected World. An evolution in connectivity beyond the 5G revolution*, Discussion paper, McKinsey Global Institute, February 2020. – www.mckinsey.com/mgi

Аэронавтика и космос

Биотехнологии и генетика. Сельское хозяйство, пищевая и химическая промышленность

**Информационные
и телекоммуникационные технологии
и вычислительная техника**

Исследования в области ядерной и квантовой физики

Медицинские технологии и оборудование

Нанотехнологии и новые материалы, микроэлектроника

Социальные и экономические науки и статистика

Энергетика и транспорт

Экология и рациональное природопользование