

# Экономические и инфраструктурные аспекты развития технологий беспилотного транспорта



**А. Г. Носов,**  
заместитель  
председателя  
правления по инвестициям  
и стратегическому  
планированию  
ГК «Автотор»

## О технологических укладах и вызовах

Сейчас мы становимся свидетелями больших и очень значимых изменений, связанных с формированием перспективных платформ VI технологического уклада. Понятие «технологического уклада» имеет происхождение от концепции «длинных волн» великого русского социолога и экономиста Николая Кондратьева, который в 1920-е годы сформировал понимание экономического развития как последовательности циклически повторяющихся подъемов и спадов мировой конъюнктуры продолжительностью от 40 до 60 лет. Современные экономисты связывают переход от одного кондратьевского цикла к другому с формированием новых технологических укладов – набора ключевых прорывных технологий, кардинально меняющих ведение хозяйственной деятельности и характер коммуникаций в обществе. В свое время такими прорывными технологиями стало использование энергии пара, изобретение электричества, появление атомной энергетики и ракетостроения. Последний – V технологический уклад, в эпоху которого мы сегодня живем, – связывают с появлением мобильной связи, развитием компьютерных технологий и распространением сети интернет.

Особую роль в формировании технологических укладов играют транспортные технологии. Это неудивительно, поскольку транспорт влияет на мобильность, скорость и интенсивность хозяйственных связей, возможности

Транспортной стратегией России до 2030 года определено дальнейшее развитие транспортно-транзитного потенциала нашей страны. Достижения этой цели в условиях формирования шестого технологического уклада возможно при использовании стратегии точечного опережающего развития. В статье рассмотрено возможное применение таких новейших технологий, как беспилотные транспортные средства и роботизированные транспортные коридоры.

расширения производства и торговли. Поэтому в качестве иллюстрации сменяющихся технологических укладов часто фигурируют инновации в транспортной области – паровоз Стефенсона, автомобиль Бенца, первые реактивные самолеты, появление каждой из которых знаменовало собой начало новой волны научно-технического прогресса и развития мировой экономики.

В 1950-е годы СССР стал одним из лидеров перехода к IV технологическому укладу, связанному с развитием атомной энергетики, ракетостроения, сложной вычислительной техники и т. д. К сожалению, в силу затяжного экономического кризиса и трансформации политической системы в конце 1980-х – начале 1990-х годов, Россия пропустила глобальный переход к V технологическому укладу и откатилась на периферию мирового технологического развития. Восстановительный рост экономики 2000-х годов был связан преимущественно с развитием сырьевых отраслей, металлургии и иных традиционных отраслей индустрии советской промышленности, базирующихся на технологиях III и IV технологического укладов.

Еще хуже обстояло дело в транспортной отрасли, где серьезное отставание от ведущих развитых государств обозначалось уже в 1960-1970-е годы, когда на Западе стали активно внедряться сложные логистические технологии, формировалась сеть скоростных автомобильных и железных дорог, появились первые суперконтейнеровозы,

были заложены хабовые принципы в организации авиаперевозок. К сожалению, с учетом экономического спада 1990-х, многие из этих технологий дошли до России с задержкой примерно в 30–40 лет, делая фактически бесперспективным достижение уровня и конкурентных позиций стран-технологических лидеров на мировом рынке транспортных услуг.

Вместе с тем в Транспортной стратегии России до 2030 года в качестве одного из важнейших стратегических приоритетов развития транспортного комплекса определено использование географических преимуществ и реализация транзитного потенциала страны. Возникает вопрос, как добиться реализации этой масштабной и амбициозной задачи, если по качеству автомобильных дорог Россия сегодня занимает только 123-е место, по качеству портовой инфраструктуры – 72-е, а по состоянию сети аэропортов – 65-е место в мире согласно ежегодно публикуемому рейтингу глобальной конкурентоспособности Всемирного экономического форума.

Возможно ли догоняющее развитие? И насколько может быть перспективен и эффективен выбор такого сценария? В истории существует не так много примеров успешности данной стратегии, в том числе, пример экономики СССР в 1930–1950-е годы, когда за относительно короткий временной период страна совершила огромный скачок в развитии промышленности и инфраструктуры. Впоследствии – это опыт

Глобальный индекс конкурентоспособности  
Всемирного экономического форума 2016-2017

Общее место России в глобальном рейтинге	43
Индекс внедрения технологий	96
Качество автомобильных дорог	123
Качество портовой инфраструктуры	72
Качество аэропортовой инфраструктуры	65

Рис. 1. Развитие транспортной инфраструктуры России в мировом рейтинге 2016–2017 гг.

Японии, Сингапура и Южной Кореи. В последние 20 лет мы стали свидетелями китайского «экономического чуда». Но можно ли это все реализовать в современной России?

Успехи модернизации в СССР базировались на ресурсных возможностях мобилизационной экономики. Успехи модернизации Китая основывались на ресурсах дешевой рабочей силы в сочетании с эффективным государственным управлением, позволившим централизованно распределять значительные инвестиционные ресурсы на развитие ключевых отраслей промышленности и инфраструктуры. С переходом к рыночным отношениям Россия не располагает ни одним из вышеуказанных ресурсов модернизации, что делает данный сценарий развития либо заведомо бесперспективным, либо финансово неподъемным для экономики Российской Федерации в текущих условиях. К примеру, тот же Китай ежегодно инвестирует в свою транспортную инфраструктуру около 8,5-9% ВВП (порядка 900 млн \$). У России сегодня нет таких инвестиционных возможностей, а доступ к зарубежным рынкам капитала пока преимущественно либо закрыт, либо существенно ограничен. Кроме того, как уже отмечалось, сложно рассчитывать на завоевание серьезных конкурентных позиций, приобретая технику и технологии у лидеров рынка. Они своих рыночных позиций просто так не уступят. Каким же может быть выход из этого круга?

Если обратиться к опыту той же Японии, ее успехи во многом основывались на умении заглянуть в завтрашний день, делая ставку не на существующие, а на перспективные технологии. Япония на 20 лет раньше западных стран стала развивать систему высокоскоростного железнодорожного сообщения, предугадала будущий спрос на компактные и экономичные автомобили, новые виды

электроники и техники, что на долгие годы предопределило ее мировое лидерство в этих сегментах рынка. Максимальный выигрыш всегда достается тому, кто идет первым, особенно если речь идет о внедрении технологий, которые предопределяют переход к новому технологическому укладу. При этом не обязательно входить в клуб технологических лидеров предшествующего уклада. Каждый новый кондратьевский цикл почти всегда выдвигает на авансцену новых игроков и меняет диспозицию в стане стран-лидеров. Так обстояло дело с переходом глобального технологического лидерства от Великобритании к США, технологическими прорывами индустриализации в СССР, наблюдаемым сегодня поэтапным смещением центров экономической активности и развития в азиатские страны.

Если говорить о транспорте, то здесь интересен и поучителен опыт Испании. В первой половине прошлого столетия она была достаточно отсталой и преимущественно аграрной страной, с плохо развитой транспортной инфраструктурой. В частности, Испания очень сильно отставала от других западноевропейских государств по плотности и протяженности сети железных дорог. Выбирая стратегию инфраструктурного развития в 1920-е годы, правительство посчитало бесперспективным делать ставку на технологии предшествующих технологических укладов и предпочло развивать автомобильные перевозки и сеть асфальтированных дорог, которые на тот момент являлись новой технологией. В последующем к теме железных дорог вернулись, но уже в формате развития высокоскоростного сообщения. Сегодня транспортная инфраструктура Испании считается одной из лучших в Европе. В рамках ранее уже упомянутого рейтинга глобальной конкурентоспособности по индексу состояния

транспортной инфраструктуры Испания занимает 8-е место, при общей 32-й позиции конкурентоспособности ее экономики. Таким образом, в отличие от России, транспортная система Испании является сектором опережающего развития, обеспечивая необходимые условия для роста и повышения конкурентоспособности других отраслей экономики.

Все эти примеры доказывают, что возможен успешный путь, основанный на стратегии точечного опережающего развития, когда ограниченные инвестиционные возможности и ресурсы бросаются не на воспроизведение существующего зарубежного опыта и технологий, а на финансирование создания новых перспективных прорывных технологических платформ и систем, которые будут определяющими для будущего экономического развития.

Вернемся к анонсированной в начале теме перехода к VI технологическому укладу. Эксперты связывают его с началом массового внедрения и распространения нескольких ключевых технологий, которые должны сформировать ядро данного уклада. Среди таких технологий наиболее часто упоминают нано и биотехнологии, развитие роботехники и искусственного интеллекта, сложные информационные системы, включая «интернет вещей», интегрированные высокоскоростные транспортные системы. Для данной статьи интерес представляют прежде всего технологические изменения, которые могут затронуть транспортный комплекс.

### О беспилотных транспортных средствах

Одна из наиболее популярных и обсуждаемых сегодня тем – развитие беспилотного транспорта. Если еще несколько лет назад эту тему считали занятием футурологов, то сейчас становится очевидным, что все более чем серьезно. Программы и дорожные карты по развитию беспилотного транспорта приняты и уже реализуются в США, Евросоюзе, Японии. Идет активная разработка соответствующих технических стандартов и правовых норм. Рядом штатов США приняты законы, уже сейчас допускающие автономные транспортные средства на автомобильные дороги общего пользования. В этом году в Евросоюзе был организован пилотный автопробег нескольких колонн автономных грузовиков до порта

Роттердам. Согласно принятой Евросоюзом программе, начало использования беспилотных транспортных средств при организации автоперевозок предусматривается не позднее 2022–2023 гг.

По прогнозам аналитического агентства IHS, эпоха массового производства беспилотных транспортных средств (БПТС) начнется в 2025 г., достигнув примерно 9–10 % мирового объема продаж к 2035 г. Полное замещение обычных автомобилей роботизированными транспортными средствами прогнозируется в 2040–2050 гг.

Наверное, неправильно было бы говорить о том, что в один прекрасный момент мы все проснемся и поймем, что наступила «эра беспилотников». Так не бывает. В реальности этому предшествует период постепенных технологических накоплений и усовершенствований, которые в конечном итоге должны обеспечить последующий технологический рывок. Речь идет о технологиях частичной автономизации управления, таких как адаптивный круиз-контроль, парктроник, автоматический контроль дистанции и дорожной разметки, функции автоторможения, которые уже сейчас применяются ведущими мировыми автопроизводителями и используются в дорогих комплектациях автомобилей. Следующие шаги связаны с возможностями временной передачи управления автомобилю (т. е. использования функции «автопилота») на парковках, в пробках, при движении по автобанам, а также при организации движения полуавтономных грузовых автоколонн, где водитель присутствует только в головной машине, а остальные движутся за ним в беспилотном режиме. Далее, даже когда появятся техническая и правовая возможности полностью автономного управления, предполагается, что на

первоначальном этапе машину-робота будет какое-то время «страховать» человек. И только ближе к рубежу 2020–2030-х годов ожидается появление на дорогах полностью беспилотных авто-транспортных средств.

В настоящее время разработка опытных прототипов БПТС ведется большинством ведущих автоконцернов мира, включая Мерседес, Вольво, Ауди, Ниссан, GM, БМВ, Форд и т. д. В России инновационными проработками по созданию беспилотных грузовиков активно занимается КамАЗ в рамках национальной технологической инициативы «Автонет».

Наибольший общественный резонанс и освещение в прессе получили опытные прототипы легковых БПТС, разработанные компаниями Google и Tesla. Вместе с тем, большинство экспертов склоняются к мнению, что наступление «эпохи беспилотников» начнется в сегменте производства грузовых автотранспортных средств. И на это есть веские, прежде всего экономические, доводы.

В качестве основного общественно- и социального эффекта от внедрения беспилотных технологий указывается возможность резкого снижения аварийности, поскольку согласно статистике, человеческий фактор является причиной 80–90 % всех ДТП. Но здесь очень важно понимать, что, во-первых, даже с появлением БПТС на дорогах, реализация данного эффекта будет носить отложенный характер, поскольку еще долгое время машины-роботы будут сосуществовать с машинами, управляемыми человеком. Во-вторых, даже наличие такой благородной и общественно значимой цели является недостаточным основанием для вложения автоконцернами огромных



Рис. 2. Структура VI технологического уклада

средств в налаживание массового производства БПТС (пока ими финансируются только опытные разработки, еще не требующие таких объемов инвестиций, как при организации массового производства).

Дело в том, что перспективы спроса на приобретение беспилотных автомобилей для личного пользования пока достаточно туманны и неопределенны. Во-первых, как и в случае с электромобилями, они в итоге могут оказаться намного дороже обычных автомобилей и, соответственно, иметь ограниченный спрос на рынке. Еще одним очень серьезным барьером может стать чисто психологический фактор: далеко не все водители смогут отказаться от «удовольствия» личного вождения. Для многих это определенный драйв и даже образ жизни.

Другое дело — грузовой автотранспорт. Это чисто коммерческий сектор. И здесь ключевую роль приобретают уже экономические факторы, включая такой как себестоимость перевозок. Предварительные экономические расчеты показывают, что с внедрением БПТС себестоимость грузовых автоперевозок в перспективе сможет снизиться до 50 и более %. Такой эффект достигается за счет исключения расходов по фонду оплаты труда и возможностей достижения существенной экономии расходов на эксплуатацию и GSM за счет оптимизации и рационализации режима движения (нет резких торможений и ошибок при переключении скоростей, при движении в автономных автоколоннах резко снижается сила сопротивления воздуха и т. д.). Наконец, беспилотникам не требуется отдых, перерывы на обед, и они теоретически могут двигаться 24 часа в сутки. Окончательный отказ

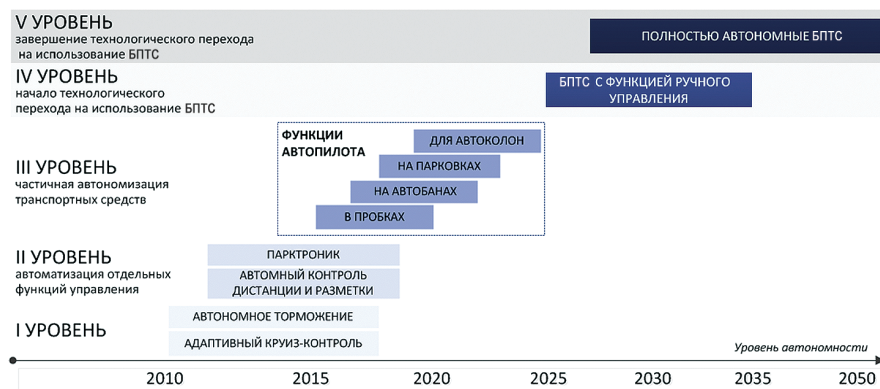


Рис. 3. Этапы распространения технологий автономизации управления транспортными средствами (прогноз IHS)



от функций водителя в перспективе делает возможным отказаться от кабины в грузовиках, составляющей до 30 % в цене автомобиля. Существуют и другие эффекты, о которых можно говорить достаточно долго.

Еще одна важная развилка, которую сегодня активно обсуждают эксперты – нужна ли для беспилотников «умная дорога». Или они должны быть адаптированы для возможностей движения в любых условиях, в любой среде и по любым автомобильным дорогам? На самом деле, как и при рассмотрении вопроса определения приоритетных сегментов производства БПТС, это вопрос денег и сроков финансовой отдачи инвестиций. Можно ли сконструировать беспилотник, который будет двигаться по любым автодорогам и не будет нуждаться в «умной» инфраструктуре. Принципиально – да, можно. Но на это потребуется гораздо больше времени, финансовых и иных затрат, поскольку необходимо будет создать «мозг» машины, владеющей полным набором информации и всеми моделями поведения и необходимых действий в различных дорожных условиях. Очевидно, что помимо большего времени на разработку и внедрение данной технологии конечная цена таких БПТС может сделать абсолютно бесперспективными возможности их массового распространения и продажи на рынке.

В отличие от варианта создания «сверхумной машины», вариант с использованием «умной дороги» снимает эти проблемы. Необходимая информация о дорожной обстановке и инструкции по действиям в тех или иных дорожных условиях передаются БПТС через v2i инфраструктуру, обеспечивающую постоянную интерактивную связь автомобиля с дорогой. В такой системе вся необходимая информация хранится «в облаке», в нем же обновляется, в том числе за счет постоянно актуализируемых данных АСУДД, и передается на автомобиль по мере необходимости. Это намного дешевле, рациональнее и проще, чем наполнять таким огромным массивом информации, данных и алгоритмов действий каждую машину.

Вместе с тем, даже в таком сценарии тоже существуют проблемы. И главная из них – создание «умной дороги» также требует весьма немалых затрат. Создание же необходимой v2i-инфраструктуры во всей дорожной

сети потребует огромных капитальных вложений и может растянуться на длительный временной период даже в развитых странах.

Более короткий путь решения проблемы – создание роботизированных транспортных коридоров (РТК), предусматривающих адаптацию существующей и строящейся сети скоростных автомобильных дорог для организации движения БПТС. Уже сейчас такие дороги во многом приспособлены для движения беспилотного транспорта по параметрам безопасности (отсутствие светофоров и пересечений в одном уровне, разделенные транспортные потоки), оснащены элементами интеллектуальных транспортных систем и нуждаются в минимальном технологическом дооснащении для решения данной проблемы. В силу этого задача по созданию и сертификации беспилотных транспортных средств, предназначенных для движения только по скоростным автомобильным дорогам, может быть решена значительно раньше и с меньшими затратами, чем задача создания универсальных БПТС, отвечающих всем нормам транспортной безопасности и адаптированных к перемещению по любым типам дорог.

Кроме того, как правило, скоростные автомобильные дороги управляются операторами, что потенциально может решить еще одну острую проблему, обсуждаемую сегодня в юридическом и в экспертном сообществах: кто должен нести ответственность в случае аварий с участием БПТС. Владелец беспилотника? Автопроизводитель? Грузооправитель? Недавний смертельный случай с автономным автомобилем Tesla только обострил и активизировал эти дискуссии. При наличии оператора, осуществляющего управление «умной дорогой» и организующего движение по ней транспортных средств в беспилотном режиме, такая ответственность может быть возложена на оператора.

Фактически по такому пути сегодня идут страны Евросоюза, планирующие на начальном этапе развивать беспилотные автоперевозки преимущественно в сети межгородских скоростных автомобильных дорог. В качестве пилотного проекта выбран коридор Вена – Роттердам, где уже со следующего года предусмотрено поэтапное размещение компонентов v2i-инфраструктуры. Аналогичные планы строят и

американцы, в частности, недавно ими была озвучена идея создания нового трансконтинентального коридора от Канады до Мексики, предназначенного для движения беспилотных транспортных средств.

### Роботизированные транспортные коридоры (РТК)

РТК – это принципиально новая перспективная кластерная технология, интегрирующая три из пяти упомянутых якорных технологий VI технологического уклада:

- когнитивные технологии, связанные с развитием роботизированных транспортных средств,
- сложные информационные системы,
- технологии интегрированных высокоскоростных транспортных систем.

Под характеристикой РТК как интегрированной высокоскоростной транспортной системы имеется в виду следующее. Первое. РТК по сути предусматривает интеграцию существующих способов организации автомобильных и железнодорожных перевозок. Так, предполагается, что движение грузовых БПТС по роботизированным транспортным коридорам будет осуществляться преимущественно в составе автопоездов, включающих до 20–30 автотранспортных средств. Кроме того, в рамках РТК могут создаваться центры диспетчеризации и управления движением, как на железнодорожном транспорте. Существуют и более смелые идеи. Например, по формированию мультимодальных роботизированных транспортных коридоров, в рамках которых движение БПТС будет частично осуществляться по автомобильным дорогам, частично – по железнодорожной сети на платформах (контрейлерные поезда). Для России такой вариант может оказаться даже более перспективным с учетом высокой развитости железнодорожной сети и недостаточной развитости сети скоростных автомобильных дорог, пока создаваемых преимущественно в западных регионах Российской Федерации.

Второе. Характеристика РТК как высокоскоростной транспортной системы также требует определенной расшифровки. Естественно, речь идет не о параметрах реальной физической скорости: (движение БПТС должно осуществляться с той же скоростью,

что и по обычным автомобильным дорогам в соответствии с установленными ограничениями скоростного режима), а о показателях коммерческой скорости движения грузов. С учетом возможностей безостановочного режима движения БПТС этот показатель может достигать полутора и даже двух тысяч километров в сутки, что в 1,5–2 раза превышает целевые показатели Транспортной стратегии России для грузовых автомобильных перевозок в 2030 г. Естественно, существует множество технических вопросов, требующих решений и серьезной проработки. Как будет осуществляться заправка беспилотников? На каком виде топлива должны работать БПТС? Какая система действий предполагается в случае их поломки или прокола шин в пути? Достаточно остро стоят вопросы обеспечения транспортной безопасности и защищенности информационных систем РТК от кибератак. Вместе с тем, уже сейчас можно говорить, что экономические и транспортные эффекты, которые могут быть получены в результате внедрения данной технологии, существенно перевешивают минусы и затраты, понесенные на начальном этапе.

Часто транспортные системы будущего ассоциируются с принципиально новыми видами транспорта и инфраструктурой. Недооценивать и игнорировать такие предложения нельзя. Но и переоценивать тоже. Основная проблема реализации данных идей состоит в том, что помимо высоких затрат на их создание «с нуля», как правило, они предполагают полный или частичный отказ от использования старых инфраструктур, которые создавались десятилетиями и в которых заняты сотни тысяч и даже миллионы людей. Почти ни одно государство в мире в обозримом будущем не готово будет пойти на такие радикальные меры, за исключением разве что стран с неразвитой или полностью устаревшей инфраструктурой. Что касается технологии РТК, то она не предусматривает отказа от существующих инфраструктур, предполагая лишь их определенную донастройку в виде создаваемых интеллектуальных транспортных систем. Кстати, по стоимости затраты на создание таких систем составляют относительно небольшой процент от общей стоимости строительства или



Рис. 4 Схема функционирования роботизированного транспортного коридора

реконструкции автодорог первой технической категории.

Каковы же перспективы развития и где может быть основная сфера применения роботизированных транспортных коридоров? Как уже отмечалось, создание РТК – это наиболее короткий и быстрый путь к появлению беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования. Экономически, наиболее перспективной областью применения БПТС и технологии РТК являются междугородные и международные грузовые автомобильные перевозки. Во-первых, в силу достигнутого экономического эффекта и увеличения скорости доставки грузов. Во-вторых, за счет открываемых более широких возможностей создаваемой ИТС-инфраструктуры, которая помимо функций управления движением БПТС могла бы также предоставлять услуги слежения и логистического сопровождения грузов. Не случайно, что в Евросоюзе в первую очередь сейчас прорабатываются маршруты организации беспилотных грузоперевозок в направлении крупнейших морских портов и других транспортных узлов. Понятно, что все это встроено в общую глобальную концепцию международной доставки грузов с использованием преимущественно морских коммуникаций до крупнейших распределительных транспортных центров Европы – порта Гамбург и порта Роттердам.

Вместе с тем, развитие беспилотных технологий и технологии РТК открывает огромные возможности для развития панъевразийской сис-

темы наземных коммуникаций и переключения на нее дополнительных грузопотоков, в том числе с морского транспорта. Для России – это не только вызов, но и серьезный шанс, учитывая, что прохождение перспективных панъевразийских транспортных коридоров по ее территории имеет ряд серьезных преимуществ перед альтернативными вариантами, предусматривающими прохождение по территории большого числа государств, в том числе с нестабильной политической обстановкой.

Задача расширения международного транзита грузов по российской территории стоит на повестке дня достаточно давно. С конца 1990-х – начала 2000-х годов тема много раз поднималась и прорабатывалась, однако значимого прорыва в этом направлении, к сожалению, до сих пор так и не произошло. Существует достаточно много причин и сдерживающих факторов, препятствующих наращиванию транзита. Но о главной из них говорилось в начале статьи: правила на рынке определяются и задаются технологическими лидерами, теми, кто стоял у истоков доминирующих сегодня транспортных технологий. И чтобы принципиально изменить свои конкурентные позиции на рынке, необходимо сделать ставку на новые прорывные технологии, которые будут определять экономический ландшафт VI технологического уклада.

Более подробно о перспективах развития сети евразийских роботизированных транспортных коридоров читайте в следующем номере. **Т**