

УДК 338.45 + 338.984.2
ББК 65.9(2Р)30
А 64
DOI 10.36264/978-5-89665-385-1-2024-021-484

Рецензенты:

чл.-корр. РАН, д.э.н. Суслов В.И., д.э.н. Бардаль А.Б., к.э.н. Шульц Д.Н.

Коллектив авторов:

Гулакова О.И., Единак Е.А., Зиязов Д.С., Колпаков А.Ю., Котов А.В., Лавриненко П.А., Малов В.Ю., Мелентьев Б.В., Милякин С.Р., Панкова Ю.В., Ползиков Д.А., Тарасова О.В., Темир-оол А.П., Узякова Е.С., Узяков Р.М., Широв А.А., Щербанин Ю.А.

А 64 **Анализ и оценка процессов создания и развития в Азиатской России транспортной магистральной сети различного назначения** / под ред. А.А. Широа, О.В. Тарасовой. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2024. – 484 с.

ISBN 978-5-89665-385-1

В монографии сформулированы авторские предложения по Концепции развития транспортного комплекса Азиатской России, основанной на переходе от древовидной структуры к транспортной сети. Она предполагает создание необходимых условий для обеспечения транспортной доступности не только районов добычи природных ресурсов, но и создание доступных в транспортном отношении территорий, пригодных для обживания российским населением.

Книга подготовлена в рамках проектов НИР ИЭОПП СО РАН № 121040100262-7, ИНП РАН № 122040600149-5 и с использованием результатов исследования, проведенного при финансовой поддержке РФ в лице Министерства науки и высшего образования России в рамках крупного научного проекта, соглашение № 075-15-2020-804 от 02.10.2020 (грант № 13.1902.21.0016).

Монография может быть полезной для научных сотрудников, практиков, преподавателей и студентов экономических специальностей, чьи интересы связаны с вопросами развития транспортного комплекса РФ.

УДК 338.45 + 338.984.2
ББК 65.9(2Р)30

ISBN 978-5-89665-385-1

© ИЭОПП СО РАН, 2024
© Коллектив авторов, 2024

РАЗДЕЛ 6. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТА, ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В АЗИАТСКОЙ РОССИИ И КОМПЛЕКСНЫЕ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ

Современные технологии существенно изменяют транспортную отрасль, следуя трендам на автономность, экологизацию и встраивание авиационного, автомобильного, водного и железнодорожного транспорта в единую мультимодальную сеть. Последнее особенно актуально в контексте протяженности территории России и узких мест в пропускной способности отдельных маршрутов. При этом новые технологии постепенно пронизывают все ключевые элементы сектора, которые связаны с непосредственным перемещением грузов и пассажиров, созданием и модернизацией соответствующей инфраструктуры, управлением транспортными потоками.

6.1. Технологии беспилотного транспорта

Одной из наиболее перспективных современных технологий является технология в области беспилотного транспорта (беспилотные летательные аппараты (БЛА), системы управления их роями, беспилотные личные автомобили и общественный транспорт, беспилотное судовождение). Беспилотный транспорт представляет собой транспортное средство без экипажа на борту, перемещающееся посредством установленной системы автономного управления или дистанционно. В основе функционирования при этом лежит целый комплекс различных систем и технологических решений, в том числе компьютерное зрение и нейронные сети (для распознавания объектов и прогнозирования инцидентов), сенсоры (камеры, радары и лидары для определения расстояния до объектов и траектории их движения), датчики положения и др.

По мере того как повсеместно распространяется беспроводной интернет, датчики и камеры, а также развиваются системы навигации, автоматическое управление становится все более доступным, как на общественном транспорте (железная дорога, метро, автобу-

сы), так и на легковом и грузовом. Крупнейшие мировые производители, а также российские (КАМАЗ, ГАЗ) вовлечены в разработку программного обеспечения и пилотных моделей автомобилей-беспилотников. Сейчас они находятся на стадии тестирования и ограниченной эксплуатации, однако в перспективе 5–10 лет они могут стать основной используемой на дорогах технологией. Основными преимуществами беспилотного транспорта является снижение аварийности, а потому и смертности, связанной с передвижением, отсутствием затрат на водителя (в случае коммерческого извоза), снижение затрат энергии (в основном для грузового транспорта) [Anderson и др., 2016]. При этом важным ограничением для массового распространения выступают законодательные ограничения (они связаны с неясностью в разграничении ответственности при ДТП), недоверие потребителей к новой технологии, возможные проблемы на рынке труда (ввиду высокой распространенности водителей как профессии), риски взлома программного обеспечения [Litman, 2018]. Для решения последней задачи требуется развитие средств информационной безопасности.

Также цифровизация способствует социальным инновациям, реализующимся в сфере легкого автотранспорта. Речь идет о большем совместном использовании автомобилей (такси, каршеринг), возможном за счет создания специализированных приложений и платформ. В настоящее время эта инновация является бурно развивающейся, в том числе и в крупных российских городах. Совместное использование автомобилей, сопряженное с их автоматизацией способно в долгосрочной перспективе привести к радикальному изменению транспортных систем городов и привести к снижению использования легковых автомобилей в собственности домашних хозяйств [Arbib, Seba..., 2017 (эл. ист. инф.), дата обращения: 08.04.2022].

Основными преимуществами такого способа передвижения выступают экономичность для конечного потребителя, вовлечение в передвижение маломобильных пользователей, оптимизация городского трафика, большие возможности для муниципалитетов управлять структурой парка по типу используемых двигателей. В частности, проще административными мерами электрифицировать коммерческий транспорт, чем стимулировать электрификацию собственных автомобилей. При этом основной угрозой при рас-

пространении совместного использования являются рост спроса на передвижение и, возможно, большая нагрузка на городскую инфраструктуру.

В России беспилотные перевозки, особенно пассажиров, можно рассматривать в контексте долгосрочной перспективы ввиду необходимости создания и корректировки соответствующего законодательства и системы сертификации, развития вспомогательных технологий в области искусственного интеллекта, компьютерного зрения и др. и интеллектуальных транспортных систем, накопления данных.

В то же время уже активно расширяется доставка грузов, преимущественно до конечного потребителя, с помощью более простых БЛА (например, «Почта России» в Европейской части доставляет посылки с помощью беспилотных роботов Яндекс.Ровер [Интерфакс... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022], а в Чукотском автономном округе – БАС-200 и VRT300 [РБК «Почта России»...(эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]). При этом эксперты связывают будущее БЛА с грузоперевозками в малонаселенные районы Сибири и Арктики [ТАСС. Эксперты... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. Кроме того, продолжается их эксплуатация в военных целях (авиаразведка, нанесение ударов, перехват, создание радиопомех и др.).

Другие востребованные направления использования таких технологий – удаленный мониторинг объектов охраны (промышленных предприятий, территорий и пр.) и обследование элементов железнодорожной инфраструктуры посредством управления группой (роем) дронов, а также изучение планет и спутников, имеющих атмосферу (отправка на них БЛА для последующих исследований). Так, в 2026 г. НАСА планирует отправить на Титан октокоптер «Dragonfly», а Россия рассматривает возможность использования БЛА по космической программе «Венера-Д».

Технологии беспилотного автотранспорта

Мировой рынок беспилотных автомобилей по итогам 2021 г. оценивается в 20,3 млн шт. при доминировании таких крупных глобальных игроков как General Motors, Ford, Daimler, Volkswagen, Toyota и Waymo [Self-driving Cars, 2022]. Наиболее развитые технологические компании (например, Baidu, Tesla) ведут разработку

машин пятого уровня автономности (по стандартам SAE International), т.е. с полным безусловным автоматическим вождением, для чего требуется в том числе накопление большого объема данных и обучения на них. Хотя даже работающая с 2009 г. Waymo до сих пор сталкивается с проблемами в одном из городов Аризоны при стандартных дорожных ситуациях и известных сценариях.

В России на текущий момент лидером разработки беспилотных автомобилей является Яндекс, который только в 2016 г. стал одним из пионеров рынка. В декабре 2018 г. по постановлению Правительства [Постановление...№1415, 2018] под эгидой национальной технологической инициативы «Автонет» был начат эксперимент по эксплуатации беспилотных автомобилей на дорогах общего пользования в Москве и Республике Татарстан с целью разработки соответствующего регулирующего законодательства. При этом за рулем такого транспортного средства должен сидеть водитель-инженер, а проезд разрешен только на определенной территории. В этом эксперименте принимала участие компания Яндекс с беспилотными автомобилями четвертого уровня автономности, флот которых к середине 2021 г. уже состоял из 170 машин [Беспилотные такси... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022], стоимость покупки и оснащения каждой оценивается в 60 тыс. долл. [Беспилотники... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. До этого в нашей стране испытания проводились только на специальных полигонах.

В феврале 2020 г. список пилотных регионов, в которых разрешено тестирование беспилотных автомобилей, был расширен до 13³⁶, из которых только два находятся в Азиатской части России. С 2020 г. эксперименты в Москве и Санкт-Петербурге проводит СберАвтоТех, а проекты с единичными беспилотными автомобилями есть также у компаний КамАЗ («ГАЗель Next» в Ханты-Мансийском автономном округе) и StarLine [Сбер... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. Перспективы развития беспилотного транспорта в стране в целом, и в Азиатской России в частности, во многом связаны с преодолением проблем по накоп-

³⁶ г. Москва, Республика Татарстан, Московская, Владимирская, Самарская, Нижегородская, Новгородская и Ленинградская области, Чувашская Республика, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономный округа, Краснодарский край, г. Санкт-Петербург [Постановление..., 2020].

лению данных, техническим и юридическим направлениям. В рамках последнего, например, в марте 2022 г. был введен экспериментальный правовой режим [Постановление..., 2022], разрешающий в отдельных случаях ездить беспилотным автомобилям без водителя за рулем, но при участии удаленного оператора, а также перевозить пассажиров и взимать плату за перевозку. Тем не менее, технологии беспилотных автомобилей как часть общей транспортной системы в России могут быть рассмотрены только в долгосрочной перспективе.

Схожая ситуация наблюдается в отношении беспилотного общественного транспорта. За рубежом в тестовом режиме уже реализовано несколько проектов: курсируют мини-автобусы (с 2021 г. в Великобритании, Южной Корее), роботакси и беспилотные автобусы (Китай, США, Сингапур и др.). Например, в Китае в 8 городах работает роботакси от компании Baidu с автомобилями четвертого уровня автономности, и ожидается, что уже в 2025 г. таких городов станет 25, а к 2030 г. – 100. Помимо Baidu еще в нескольких городах представлены AutoX с парком, превышающим 1000 беспилотных автомобилей, а также Deerproute.ai, Didi, Momenta, Pony.ai и WeRide [TechCrunch+... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. В России первые беспилотные такси от Яндекса работают в районе Ясенево г. Москвы, инновационном центре «Сколково», Иннополисе и на федеральной территории «Сириус», а их количество к 2025 г. может составить до 1000 [Коммерсантъ... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. Также беспилотные такси в Москве запустил СберАвтоТех, а в конце 2022 г. начнется сборка беспилотного городского трамвая [ТАСС. Предприятие... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. Развитие беспилотного транспорта, в том числе в Арктике, является одним из направлений Стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли [Распоряжение..., 1021].

Технологии беспилотного судовождения

Определенные успехи в мире достигнуты в области беспилотного и автономного судовождения. Так, исследовательский беспилотный тримаран Mauflower (совместная разработка ProMare (США), британского отделения концерна IBM и судостроительной компании Wärtsilä (Финляндия)) без людей на борту и без дистанционного управления совершил трансатлантический переход (4400 км) [Автономное судно... (эл. ист. инф.), дата обращения:

10.06.2022], собирая информацию о закислении океана, микропластике и морских млекопитающих, а автономное судно Surveyor (Saildrone, США) прошло 4200 км из Сан-Франциско в Гонолулу, нанося на карту морское дно [Робот-океанограф... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. Лидером на европейском рынке является компания Kongsberg. Ей созданы, например, полностью автоматизированный паром (Bastø Fosen VI, Норвегия), перевозящий людей и грузы и обеспечивающий благодаря системе управления точное по времени прибытие в порт назначения, контейнеровоз-автомат на электрической тяге (Yara Birkeland, Норвегия).

Крупнейшим игроком в Азиатско-Тихоокеанском регионе является Китай, предлагающий, в частности, беспилотные грузовые суда (так, Jin Dou Yun 0 Hao на 20% дешевле аналогичного судна с экипажем) и контейнеровозы (Zhi Fei), а Япония планирует, что к 2040 г. 50% ее судов будут беспилотными [Ривкин, 2021]. Тем не менее, развитие беспилотного и автономного судовождения сдерживается тем фактом, что такой класс судов не легализован в международном праве, а также проблемами, связанными с их взаимодействием с экипажными судами и необходимостью использования высокоэффективных методов искусственного интеллекта, машинного и глубокого обучения [Там же, 2021].

В России, подобно беспилотным автомобилям, ситуация осложняется небольшим накопленным опытом: беспилотные технологии для морского транспорта разрабатываются только с 2016 г. («Маринет» в рамках национальной технологической инициативы), когда начались работы над автоматическим дистанционным управлением движением судов. Кроме того, в нашей стране преимущественно не строят с нуля беспилотные суда, а оснащают уже существующие требуемыми технологиями. Для этого в 2019 г. начато создание единой технологической платформы безэкипажного управления морскими судами коммерческого флота различного назначения, а с декабря 2020 г. проводится эксперимент по эксплуатации судов с автоматическим и дистанционным управлением в 11 регионах страны, среди которых 4 относятся к Азиатской части России [РБК. В российские... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. При этом уже в 2025 г. планируется запустить беспилотные суда по маршруту Усть-Луга – Калининград – Балтийск [РБК. Первые... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022].

Новые технологии в железнодорожном транспорте

Железнодорожный транспорт также движется в направлении минимизации влияния человеческого фактора. Так, на текущий момент в мире осуществляется тестирование различных технологических решений по автономному управлению подвижным составом стандарта GoA4, т.е. при отсутствии человека в кабине машиниста. Например, во Франции первый полностью беспилотный поезд должен появиться уже к 2023 г., что в перспективе должно снизить стоимость обслуживания железных дорог на 30% [Первый... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.22], а в Австралии такой поезд уже запущен (правда, в условиях почти идеального профиля пути и простого маршрута) [Транспорт..., 2020]. В России на Московском центральном кольце протестирована «Ласточка» по стандартам автоматизации GoA3, при этом накоплен объем технических наработок для их применения при создании электропоезда на уровне GoA4, а по итогам тестовых испытаний получены результаты, превосходящие полученные за рубежом. Автономные поезда могут начать курсировать по Московскому центральному кольцу после 2024 г., а в других крупных городах (Санкт-Петербург, Казань, Сочи, Краснодар, Новосибирск, Красноярск) – после 2030 г. [Уровень... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022].

Другая активно внедряемая на железнодорожном транспорте технология – цифровые двойники (digital twin), т.е. виртуальные копии реальных объектов и процессов, их групп и систем. Так, например, цифровые двойники позволяют перейти от планово-предупредительного ремонта подвижного состава к обслуживанию по фактическому состоянию, что с применением методов предиктивной аналитики обеспечивает возможность определить степень нагрузки и износа, а значит, прогнозировать отказы и увеличивать эффективность и качество выполняемых работ, безопасность. Как следствие, такие решения способствуют экономии топлива и снижению выбросов. Цифровые двойники для планирования, дизайна и строительства объектов железнодорожной инфраструктуры создает компания Siemens, другими разработчиками этих технологий являются General Electric, Alstom и SimPlan AG (совместно), Fugro и др.

В России такими работами на железнодорожном транспорте занимается ВНИИЖТ. Им созданы цифровые двойники тягового подвижного состава, локомотива, перевозочного процесса, электродвигателя, макромодель движения поездов в цифровом виде, а также цифровая технологическая платформа «доверенная среда локомотивного комплекса» [Транспорт..., 2020], [Цифровой двойник..., 2020]. В результате, например, разработки и использования цифрового двойника электродвигателя НБ418К6 были выявлены и устранены литейные дефекты, что привело к повышению безотказности работы узла, снижению стоимости его обслуживания, продлению срока службы указанного двигателя на 25 лет, а чистый эффект проекта для Желдорреммаш оценивается в 108 млн руб. [Там же, 2020]. В аналогичных целях свое применение цифровые двойники находят также в аэрокосмической отрасли и водном транспорте, где представлены единичные отечественные разработки (АО «Средне-Невский судостроительный завод», АО «СПМБМ «Малахит» и др. [Цифровой двойник..., 2020].

Беспилотная авиация

По беспилотному авиационному транспорту Распоряжением Правительства РФ от 21.06.2023 г. принята Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2035 г. и план мероприятий по ее реализации. Наибольший потенциал для расширения применения беспилотной авиации в Российской Федерации, согласно Стратегии, имеется в сельском хозяйстве, создании и актуализации геопространственных баз данных, доставке грузов и мониторинге инфраструктурных объектов. Старт специального нацпроекта по развитию отрасли намечен на 1.01.2024 г. с финансированием в ближайшие 3 года более 30 млрд руб.

Ряд субъектов СФО уже имеют опыт производства. К примеру, Томская область стала площадкой по экспериментальному внедрению правового режима по эксплуатации беспилотников, и активным поставщиком аппаратов. Сегодня регион выпускает около 10 БПЛА в год, к 2030 г. планирует увеличить число до 98 ед. ежегодно. В Новосибирской области запланировано производство тяжелых беспилотников «Партизан», способных доставлять массивные грузы. Серийное производство дронов налажено

в Красноярском крае и Кузбассе. Спрос на гражданские БПЛА со стороны российских компаний будет только расти [Сибирь... (эл. ист. инф.), дата обращения: 13.12.2023]. Массовое производство беспилотных летательных аппаратов можно наладить и на Дальнем Востоке, считает вице-премьер – полпред президента в ДФО Юрий Трутнев. В перспективе планируется формирование на Дальнем Востоке в сотрудничестве с китайскими партнерами комплексного научно-производственного центра развития беспилотных авиационных систем, как военного, так и гражданского назначения. Такие предприятия поддерживаются в рамках территорий опережающего развития «Патриотическая» и «Хабаровск» (например, «Аэро-хит»). Чтобы удовлетворить запрос рынка, производителям предстоит решить важную проблему импортозамещения деталей, локализация которых сегодня оценивается в пределах 20–25%.

6.2. Электрификация транспорта

Развиваются технологии в сегменте электротранспорта (электромобили, электробусы, электросамолеты), что связано преимущественно со стремлениями и требованиями по переходу на использование более экологичных (альтернативных) видов топлива и повышению экологичности работы транспортных средств в целом.

Электрификация личного и общественного транспорта позволяет вынести выбросы, связанные со сжиганием топлива, за городскую черту (в места расположения электростанций). В сфере личного транспорта в первую очередь речь идет о повышении доли электромобилей в продажах и парке. Это один из ключевых трендов процесса автомобилизации в настоящее время и в будущем во всем мире [Sajjad et al., 2020]. До недавнего времени основную роль в снижении уровня выбросов, связанных с автомобилями, играло увеличение энергоэффективности двигателей внутреннего сгорания и их гибридизация. Однако потенциал этого увеличения близок к исчерпанию, что способствует проявлению большего интереса к электрификации. Значимую роль играет технический прогресс последних лет в усовершенствовании аккумуляторов, их объем и скорость зарядки заметно выросли.

Экологические проблемы сами по себе становятся все более важными для населения.

Исследования отмечают положительное влияние электрификации личного легкового автотранспорта на объем выбросов. Ряд исследований демонстрирует, что почти во всех странах использование электромобиля вместо автомобиля с ДВС выгоднее с точки зрения влияния на экологию на всем жизненном цикле автомобиля (от производства до утилизации). Исключением является Китай, который характеризуется высокой долей угля в структуре электрогенерации. Но по мере снижения этой доли и в Китае электромобили могут стать более экологичной альтернативой автомобилям с ДВС на полном жизненном цикле.

В то же время добыча ресурсов, необходимых для производства электромобилей, – никеля, кобальта и лития – сопряжена с загрязнениями земли и детским трудом [Dummett, 2017 (эл. ист. инф.), дата обращения: 11.08.2022], отсутствует экологически безопасная технология утилизации литиево-ионных батарей, а предложение самих этих металлов ограничено [Prieg и др., 2013]. Кроме того, несмотря на то что электромобили не производят вредных выхлопов в месте эксплуатации, они могут провоцировать появление большего количества пыли и мелких частиц покрышек вследствие своего большего веса [Timmers, Achten, 2018]. Также отмечается, что на производство электромобилей затрачивается в два раза больше энергии, чем на производство автомобиля с ДВС [Eckart, 2017 (эл. ист. инф.), дата обращения 16.05.2022].

Фокусирование на электрификации личного автотранспорта может препятствовать разрешению проблем, связанных с загрязнением, здоровьем и качеством городской среды. Как отмечается, владение электромобилем – это по-прежнему не экологическое решение, а решение в области жизненного стиля. Оно не решает таких проблем, как загруженность дорог, которая обходится обществу довольно дорого³⁷, нерациональное расходование городских территорий (дороги, парковки), неблагоприятная среда [Khreis и др., 2017], нагрев воздуха в городах [Haddad, Aouachria, 2015]. Кроме того, электрификация не решает и прочих проблем,

³⁷ Существуют оценки экономических потерь от пробок, связанных как с потерей времени, так и увеличением транспортной нагрузки.

связанных с автомобилевладением, в частности, снижение физической активности населения.

Таким образом, преимущества электромобилей заключаются в том, что выбросы вынесены за черту города, электромобили более энергоэффективны, чем традиционные автомобили. Их недостатки состоят в том, что у них более ограничен запас хода, снижена эффективность на морозе, требуется зарядная инфраструктура, на данный момент они дорогие, нет приемлемой технологии для их утилизации, и самое главное – не решаются иные проблемы автомобилизации (шум, пробки, большое потребление городского пространства в виде дорог и парковок).

Доля электромобилей растет в личном автопарке во многих странах. В России интерес к электромобилям ниже, однако при определенном стечении обстоятельств это положение может радикально измениться. Во-первых, мировые автопроизводители уже сейчас перестраивают производство на выпуск электромобилей. Ввиду того что на автомобильном рынке России велика доля иностранных марок (произведенных внутри страны большей аудиторией) и для отдельных регионов Азиатской России – импортированных, в долгосрочной перспективе доля электромобилей на них может быть довольно высока.

Рынок электротранспорта РФ находится на начальной стадии развития, а общее количество электромобилей в 2022 г. достигло 20 тыс. шт., из которых 17,5 тыс. шт. – легковые. При этом большая часть находится в Москве и на Дальнем Востоке, куда ввозятся японские праворульные автомобили, а их владельцами являются состоятельные люди [Количество... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. Тем не менее собственное серийное производство электромобилей к середине 2022 г. в России отсутствует (выпуск «Кама-1» от КамАЗ отложен на 2024–2025 гг. City Modul от ZETTA также не поступил в продажу), и только планируется создание нового бренда Evolute компанией «Моторинвест» в рамках специального инвестиционного контракта. А образец первого полностью электрического пилотируемого самолета в России был представлен в 2021 г. на авиасалоне МАКС-2021 [ЦИАМ... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022)]. К тому же одна из ключевых проблем, связанных с использованием электротранспорта в России, и особенно в ее Азиатской части – неразви-

тая инфраструктура зарядных станций, а также большая восприимчивость к погодным условиям (морозам), что существенно ограничивает возможности.

В то же время близость к международным автомобильным рынкам позволяет отдельным регионам Азиатской России занимать ведущие позиции по электромобилизации в рамках страны. В частности, на Приморский край приходится восьмая часть всего парка электрических легковых автомобилей в России: на середину 2021 г. приходилось 1572 электромобиля, в то время как в России всего 12 290 таких автомобилей [Каждый... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022].

Несмотря на то, что текущий объем продаж даже в этом регионе (а уж тем более в остальных регионах Азиатской России) относительно невелик, есть все предпосылки увеличения продаж в среднесрочной перспективе по мере перестройки мировых автопроизводителей на выпуск электромобилей и гибридов. Кроме того, расчеты исследователей (см., например, [Синяк, 2019 (эл. ист. инф.), дата обращения: 16.05.2022] показывают, что до 2030 г. стоимость нового электромобиля будет ниже стоимости нового автомобиля с ДВС. Такое сравнительное преимущество может существенно подстегнуть спрос на электромобили среди покупателей.

Согласно транспортной концепции по развитию электро-транспорта, опубликованной в августе 2021 г. [Концепция..., 2001] в ближайшей перспективе (до 2030 г.) планируется массовое производство электрических версий во всех секторах дорожного транспорта (включая легковые автомобили, автобусы, грузовики, мотоциклы). Муниципальные власти все большее внимание уделяют электротранспорту (трамваи, легкое метро, электробусы). Внедрение экологичного общественного транспорта пользуется поддержкой населения.

Предприятия, занятые разработкой электромобилей, расположены вне границ Азиатской России. Однако в перспективе можно ожидать постепенного ввода новых мощностей на АО «Автомобильный завод «Урал», а также на заводе Sollers во Владивостоке.

В перспективе предполагается существенная поддержка электрификации дорожного транспорта в РФ. Она сопряжена с рядом мер. Во-первых, разработкой программ на пилотных тер-

риториях по внедрению электротранспортных средств и развитию зарядной инфраструктуры для них. Во-вторых, возмещение выпадающих доходов по уже выданным кредитам населению и части затрат по кредитам в перспективе на приобретение автомобилей в части увеличения допустимой стоимости электротранспортного средства. В-третьих, субсидии лизинговым компаниям при лизинге электротранспортных средств. В-четвертых, снижением утилизационного сбора с 2022 г. в отношении электротранспортных средств. В-пятых, проведение эксперимента по бесплатному проезду электротранспортных средств по платным участкам федеральных автомобильных дорог.

При этом в качестве целевых показателей в транспортной стратегии указывается необходимость доведения доли электротранспорта и транспортных средств на альтернативных видах топлива в общем объеме грузоперевозок до 30% к 2035 г.

В мире для быстрого распространения электромобилей используются следующие механизмы: субсидирование при покупке, снижение или отмена транспортного налога, привилегии на дороге (разрешение использовать выделенные полосы), снижение или отмена платы за парковку и др.

Отдельно выделим находящиеся на этапе разработки прототипы технологии в области электросамолетов вертикального взлета и посадки³⁸ (electric vertical take-off and landing, eVTOL), которые могут занять нишу городских скоростных пассажирских перевозок небольшой вместимости или подобно дронам могут быть востребованы при доставке грузов в отдаленные и труднодоступные районы страны. Среди компаний, занимающихся проектами в данной области, в основном американские (Aurora, Joby Aviation, Aergility Corporation, Opener, Kittyhawk, JETOPTERA и др.), но также японские (CARTIVATOR), итальянские (Leonardo), немецкие (Autoflight), китайские (AutoFlight) соединенного королевства (Vertical Aerospace Group, VRCO, Rolls-Royce) и др.

Важное направление трансформации электротранспорта – разработка технологий по внедрению водородных топливных элемен-

³⁸ Самолет, способный к вертикальному (т.е. при нулевой горизонтальной скорости) взлету и посадке, который использует для создания подъемной силы в режиме горизонтального полета неподвижное крыло или крылья.

тов в качестве источника энергии для двигателей. Проекты по созданию таких поездов реализуются в Японии, Германии, Китае и других странах [Лapidус. 2020], а в России пилотные составы на водородном топливе только планируется запустить в 2024 г. на о. Сахалин, где продолжается развитие водородного кластера с ориентацией на внешний и внутренний рынки. Вместе с тем первый тестовый водоробус поступит в Мосгортранс к концу 2022 г., а перспектива внедрения водородного транспорта в стране, по оценке руководителя Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы [Минэнерго... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022], имеет горизонт до 30 лет. Один из ключевых факторов, сдерживающих его развитие в регионах – высокая стоимость даже без учета заправочной инфраструктуры – около 90 млн руб. В этих условиях предложение Минэнерго по переводу к 2030 г. 10% общественного транспорта на водород имеет невысокую вероятность реализации.

6.3. Интеллектуальные транспортные системы

Важными технологиями в контексте повышения безопасности в сфере транспорта являются биометрическая идентификация и аутентификация (статические методы на основе отпечатков пальцев, лица, радужной оболочки и сетчатки глаз, рисунка вен и других постоянных физиологических признаков и динамические (поведенческие) методы на основе голоса, рукописного и цифрового почерка, походки и других поведенческих характеристик). Динамические методы менее распространены, чем статические, но набирают популярность среди перевозчиков, заинтересованных в анализе предпочтений пассажиров на фоне роста роли цифровых каналов связи с клиентами. Такие технологии внедряются повсеместно при малой зависимости от отрасли, но с учетом ее специфики.

Уже доступное и тиражируемое на российском рынке технологическое решение – интеллектуальные транспортные системы (ИТС), т.е. «интеграция современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, транспортными средствами и пользователями, ориентированная на повышение безопасности и эффектив-

ности транспортного процесса»³⁹. Такие системы позволяют не только автоматически выявлять и способствовать реализации наиболее результативных сценариев управления на транспорте, но и увеличивать пропускную способность транспортных сетей без изменения существующей инфраструктуры, сокращать число происшествий, снижать эмиссию парниковых газов и временные потери при передвижении.

В ИТС включаются технологические решения на основе искусственного интеллекта, которые дают возможность, например, отслеживать состояние водителя для снижения рисков опасного вождения и аварий [Artificial Intelligence, 2021]. Кроме того, как отмечалось выше, с расширением применения и развитием ИТС связано будущее беспилотного транспорта, поскольку именно ИТС должна обеспечить сбор, обработку и передачу центральному бортовому компьютеру беспилотника данных, например, об интенсивности движения транспортного потока, наличии аварий, метеоусловиях и др. В результате решается проблема оптимизации маршрутов и эффективности использования городских пространств на фоне увеличивающейся нагрузки на транспортную систему.

Наибольший интерес представляют не ИТС с комплексом относительно простых технологий (регулирования светофоров, систем распознавания автомобильных номеров, регистрации скорости транспортного средства и видеонаблюдения, метеостанции и др.), а ИТС нового поколения, интегрирующие технологии по обмену данными между одним транспортным средством и другими, а также объектами инфраструктуры (Vehicle-to-Everything, V2X). На основе информации широкого спектра (о погодных условиях, транспортном потоке, состоянии дороги, светофорах, дорожных знаках и др.), в том числе за пределами поля видимости водителя, строятся прогнозы дорожной ситуации и вырабатывается оптимальный маршрут автомобиля, что помогает снижать число транспортных инцидентов.

Для функционирования технологии V2X требуется использование устойчивых сетей 5G, которые обеспечивают минимальную

³⁹ Решение ЕАЭС от 26 декабря 2016 г. № 19 «Об Основных направлениях и этапах реализации скоординированной (согласованной) транспортной политики государств – членов Евразийского экономического союза».

задержку сигнала для возможности управления транспортом в реальном времени. И если Китай завершил покрытие своей территории 5G вышками, то в России использование этой сети до сих пор возможно только в рамках нескольких корпоративных и опытно-испытательных зон в крупных городах (Москва, Санкт-Петербург, Казань, Набережные Челны, Томск, Екатеринбург, Новосибирск, Абакан) и наукоградах (Иннополис, Сколково)⁴⁰. Поэтому реализация внедрения технологии V2X в России в существенной степени зависит от инвестиций в инфраструктуру связи со стороны участников отрасли и государства. Кроме того, ФАУ «РОСДОРНИИ» связывает проблематику внедрения ИТС в России с низкой функциональной совместимостью используемых решений, различиями аппаратного и технологического обеспечения, фрагментарностью и разобщенностью информационных и телематических систем, а также высоким уровнем уязвимости инфраструктуры [Основные векторы... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022].

Отметим, что беспилотный транспорт, биометрические идентификация и аутентификация, интеллектуальные транспортные системы и система V2X, а также другие современные технологии на транспорте включают в себя и объединяют различные виды цифровых решений. Соответственно, в этом контексте развитие транспортной отрасли в ближайшей перспективе связано с такими набирающими распространение технологиями, как большие данные, облачные сервисы, интернет вещей, а также виртуальная и дополненная реальности и др. Все они уже используются российскими транспортными компаниями, хотя по данным сотрудников НИУ ВШЭ облачные решения, интернет вещей и большие данные более активно внедряются за рубежом [Цифровая трансформация..., 2022], а исходя из статистики Росстата, транспортная отрасль в России несколько отстает по доле организаций, использующих цифровые технологии, от экономики в среднем по ряду направлений (табл. 6.1).

⁴⁰ Составлено на основе карт: Ookla (<https://www.speedtest.net>) и nPerf (<https://www.nperf.com>).

Таблица 6.1

Доля организаций, использовавших цифровые технологии в России в 2022 г., % от общего числа организаций

Вид цифровых технологий	Транспортировка и хранение	По всем видам экономической деятельности
Геоинформационные системы	15,8	13,0
Цифровые платформы	14,1	14,9
Технологии искусственного интеллекта	5,1	6,6
Облачные сервисы	23,1	28,9
Интернет вещей	11,2	10,0
Технологии радиочастотной идентификации объектов (RFID)	14,7	9,6
Цифровой двойник	1,2	1,3
Промышленные роботы / автоматизированные линии	1,7	2,6
Аддитивные технологии	1,1	1,3

Примечание. Без учета статистической информации по Донецкой Народной Республике, Луганской Народной Республике, Запорожской и Херсонской областям.

Источник: составлено автором на основе данных Росстата [Сведения... (эл. ист. инф.), дата обращения: 22.11.2023].

В то же время с учетом указанных выше современных перспективных технологий, требующих для своего формирования и развития комплексное использование различных новых цифровых решений, транспортная отрасль может стать одним из основных потребителей продуктов на основе искусственного интеллекта, больших данных и облачных сервисов. В связи с этим доля транспортных организаций, которые используют в своей деятельности цифровые решения, будет расти. При этом очевидно, что различные виды транспорта ввиду их специфики в процессе своей технологической трансформации предъявят спрос на указанные виды цифровых технологий в различных пропорциях и с различными требованиями к продуктам. Разным может быть и направление использования одного и того же цифрового решения. Так, например, транспортная отрасль в России является одним из лидеров по использованию интернета вещей, который применяется ей чаще всего для отслеживания передвижения транспортных средств или продукции (табл. 6.2).

Таблица 6.2

**Направления использования технологий интернета вещей в России
в 2022 г.,% от числа обследованных организаций**

Направление	Транспортировка и хранение	По всем видам экономической деятельности
Оптимизация потребления энергии (электрической, тепловой) на территории организации	3,7	3,4
Наблюдение за активностью покупателей	3,2	3,1
Отслеживание передвижения транспортных средств или продукции	8,2	4,1
Автоматизация процесса производства, управление логистикой и движением продукции	4,5	2,8
Дистанционный контроль и управление удаленными объектами	2,6	2,7
Дистанционный мониторинг состояния удаленных объектов	5,4	4,7
Сбор информации о состоянии окружающей среды с использованием распределенных сенсорных сетей и др.	0,9	1,1
Другие цели	3,5	3,7

Источник: составлено автором на основе данных Росстата [Сведения... (эл. ист. инф.), дата обращения: 22.11.2023].

Одновременно с этим основным направлением использования российскими транспортными компаниями, например – искусственного интеллекта, который применяется ими реже, чем по экономике в среднем (см. табл. 6.1), является обеспечение основных процессов организации, в том числе маркетинга, продаж, производственных процессов и логистики (табл. 6.3). При этом если обратиться к статистике за более ранний период, то можно обратить внимание на относительно низкую долю транспортных организаций, использующих искусственный интеллект преимущественно для обеспечения безопасности (0,01–0,17% по разным технологиям искусственного интеллекта за 2020 г.). Однако, как уже отмечалось ранее, многие современные технологии на транспорте, в том числе включающие в себя искусственный интеллект,

призваны сократить уровень аварийности и число инцидентов. Соответственно, доля организаций, которые внедряют решения на основе искусственного интеллекта для роста безопасности на транспорте, вероятно, будет увеличиваться.

Таблица 6.3

Направления использования технологий искусственного интеллекта в России по виду экономической деятельности «Транспортировка и хранение» в 2022 г., % от общего числа организаций

Направление использования технологий	Вид экономической деятельности		
	основные процессы организации (маркетинг, продажи, производственные процессы, логистика)	обеспечение процессов: информационная безопасность, управление кадрами	управленческие процессы организации процессов делового администрирования, управление организацией
Компьютерное зрение	0,30	0,27	0,05
Обработка естественного языка	1,99	0,34	0,04
Распознавание и синтез речи	2,00	0,21	0,05
Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений	0,35	0,24	0,11
Перспективные технологии искусственного интеллекта	0,16	0,19	0,07

Источник: составлено автором на основе данных Росстата [Сведения... (эл. ист. инф.), дата обращения: 22.11.2023].

6.4. Разработка высокоскоростного транспорта и техники повышенной проходимости и прочности

Магнитно- и вакуумно-левитационный транспорт

В сфере железнодорожного транспорта продолжают исследования по разработке эффективных с коммерческой точки зрения высокоскоростных поездов с использованием технологии магнитной левитации (maglev). Отказ от контактного трения колеса и рельса в пользу магнитного и электрического взаимодействия, помимо увеличения скорости, создает ощутимые преимущества в сравнении с традиционными поездами: снижение сопротивления и шума, экологической нагрузки, износа, повышение безопасности и точности прибытия и др. Хотя в мире введено в эксплуатацию несколько пилотных линий, число соответствующих актуальных проектов мало, что связано с необходимостью создания и эксплуатации дорогостоящей инфраструктуры, а также запятнанной репутацией технологии в Европе (после катастрофы в 2006 г. в Германии).

России, несмотря на долгую историю разработки магнитно-левитационного транспорта с 1975 г., обогнать ведущих лидеров в рамках этой технологии не удалось: первый в мире поезд, способный развивать скорость до 600 км/ч был сконструирован и запущен в Китае. В настоящее время именно Азия стала ведущим макрорегионом в области разработки и внедрения решений таких поездов, капитальные затраты на публичные ветки которых по данным РЖД-Инвест составили от 0,63 млрд долл. в Южной Корее (длина 9,7 км при скорости 110 км/ч) до 1,67 млрд долл. в Китае (30 км, 430 км/ч). Вместе с тем даже самая популярная в мире магнитно-левитационная линия в Шанхае ежегодно приносит убытки в размере 93 млн долл. [Транспорт..., 2020]. При этом азиатские технологии не подходят для России и должны быть адаптированы из-за наледи и снега. АО «Корпорация «Московский институт теплотехники» только планирует подписать первое соглашение о строительстве трассы для поезда на магнитной подушке к 2025 г. [МИТ... (эл. ист. инф.), дата обращения: 20.06.2022].

Также продолжается развитие технологий в области вакуумно-левитационного транспорта (ВЛТ, hyperloop), который представляет собой систему из капсул на магнитной тяге, перемеща-

ющихся со скоростью свыше 1000 км/ч в вакуумной трубе. Разработка таких технологий благодаря Илону Маску ведется на открытой конкурентной основе, в ней участвуют несколько частных компаний (HyperloopTT, Virgin Hyperloop, SpaceX), в некоторых из которых работа сотрудников не оплачивается с перспективой получения в будущем доли от прибыли компании [Вакуумный поезд... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2022]. Однако на сегодняшний день заявленная скорость не достигается даже в экспериментальных условиях, а потенциальная стоимость перевозки существенно выше в сравнении с высокоскоростными магистральными поездами и авиацией. Притом расчетная стоимость строительства системы ВЛТ сильно варьируется: например, линия между Сан-Франциско и Лос-Анджелесом оценивается разными экспертами от 5,2 млрд долл. до свыше 52 млрд долл. [Транспорт..., 2020]. По этим причинам составить конкуренцию обозначенным выше видам транспорта на дальнемагистральных маршрутах ВЛТ, по оценке РЖД, возможно только после 2050 г. [РЖД 2050, 2021]. В то же время планы по внедрению ВЛТ за рубежом есть уже сейчас: так, соглашение о строительстве линии ВЛТ длиной 150 км подписано в ОАЭ, несколько проектов планируется реализовать в Китае, на этапе разработки находится линия в Южной Корее [Транспорт. 2020].

Что касается России, то обсуждалось две линии ВЛТ: между Хуньчунь (Китай) и портом Зарубино, между Новой Москвой и аэропортами столицы – однако их детали и сроки не сообщались. Отметим здесь, что результаты совместных исследований ИЭОПП СО РАН и ИТПМ СО РАН показывают неэффективность инвестиционного проекта ВЛТ в России и необходимость разработки механизмов сглаживания эффектов для народного хозяйства при его реализации.

Развитие транспорта для сложных климатических условий

Отдельно выделим развитие транспорта в направлении приспособления к сложным климатическим условиям. За рубежом в данном направлении реализуются индивидуальные проекты и комплексные программы (например, в 2021 г. в США запущена программа по разработке вездеходов для холодной погоды⁴¹),

⁴¹ Cold Weather All-Terrain Vehicle program.

продолжаются отдельные работы и в России. Так, в Якутии проходят испытания образца арктического, т.е. приспособленного к работе при температуре ниже 50°C и бездорожью, автобуса. Его серийный выпуск планируется начать в 2024 г., технологические решения включают в себя увеличенный слой утеплителя, ликвидацию мостиков холода в кузове, увеличенный диаметр колес, камерные шины и др.

Разработку ведут ЮУрГУ и МГТУ им. Н. Э. Баумана на условиях софинансирования: средства выделены Минобрнауки РФ, заказчик – промышленный партнер проекта автомобильный завод «Урал» [В Якутии... (эл. ист. инф.), дата обращения: 20.06.2022]. Ими же параллельно ведется разработка арктического автопоезда с транспортируемым функциональным модулем, который подходит для размещения оборудования, медиков, учебных классов и лабораторий, что позволит обслуживать жителей отдаленных территорий Крайнего Севера, где нет образовательных учреждений и фельдшерско-акушерских пунктов.

В декабре 2021 г. пробный полет выполнил Ми-171А3 – первый российский офшорный (способный обслуживать морские буровые платформы) вертолет, соответствующий мировым стандартам [«Арктический»... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2020]. А ранее испытания завершила вездеходная платформа КамАЗ-6355 Арктика (8х8), адаптированная к эксплуатации в условиях экстремально низких температур, обладающая высокой проходимостью и при этом самая дорогая среди транспортных средств ПАО «КамАЗ» (свыше 12 млн руб.) [Автотехника... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.06.2020]. Вместе с тем с учетом возросшего внимания к Арктической зоне потребность в адаптации транспорта к особым климатическим условиям и повышении его доступности сохраняется.

Для Арктической зоны Азиатской части России актуальны разработки техники повышенной проходимости, необходимой для обеспечения транспортировки грузов и перевозки пассажиров в сложных природно-климатических условиях и обеспечивающей минимальное неблагоприятное воздействие на экологию. Высокие требования, предъявляемые к такому транспорту, делают его более сложным относительно «неприспособленного» к арктической среде, но вместе с тем и более технологичным. Например,

в настоящее время серийно производятся амфибийные вездеходы «Арктика», а в 2021 г. АО «Торгово-промышленный центр "СибВПКнефтегаз"» разработало улучшенную версию вездехода на воздушной подушке «Арктика 3Д», которая может работать в особо тяжелых условиях по болотам и суше, а также над водной поверхностью [Омский... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022].

Опыт эксплуатации в арктических регионах учтен также в серийно выпускаемом с 2020 г. вездеходе-амфибии на шинах сверхнизкого давления «Русак 3994», конструкция которого разработана НГТУ Р.Е. Алексеева и ООО «ЗМТ» в рамках федеральной целевой программы при поддержке Минобрнауки РФ⁴². Его особенность состоит в низкой доле импортных комплектующих (менее 10%) [Новый «Русак»... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022], а также в возможности модификации под различные задачи (для перевозки пассажиров до 20 человек, людей и грузов, со спальным местом, с бортовой платформой, медицинский транспорт, пикап и др. при цене от 6 млн руб. [Семейство... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022]) и использовании в качестве наземной станции управления беспилотным летательным аппаратом [РУСАК... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022]. Помимо «Русак» в России производятся и совершенствуются и другие вездеходы-амфибии на шинах низкого давления, пригодные для использования в Арктике, например «Бурлак» (ООО «Вездеходы “Бурлак”») и «Шаман» (в том числе реанимационный автомобиль, ООО «Авторос»). В 2022 г. на Международном военно-техническом форуме «АРМИЯ-2022» среди образцов техники двойного назначения было представлено обновление вездехода-амфибии «Русак К-8» с увеличенной по высоте крышей [Морской... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022], такая техника по заявлениям представителей ВУЗа-разработчика не имеет мировых аналогов [НГТУ... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022].

⁴² Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» по Соглашению №14.580.21.0012, уникальный идентификатор проекта: RFMEFI58017X0012. ООО «ЗМТ» и ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ).

В Великобританию для нужд военно-морского флота, по трехстороннему соглашению со Швецией и Германией, после 2025 г. будут поставлены 60 арктических вездеходов-амфибий компании BAЕ System, а еще около 400 машин – в две прочие страны [Royal... (эл. ист. инф.), дата обращения: 20.12.2022]. Та же компания выпустит до середины 2029 г. более 100 гусеничных вездеходов «Беовульф» для сухопутных военных сил США для использования в экстремально холодных и арктических условиях [BAЕ... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022]. Такие вездеходы могут быть реконфигурированы под различные цели: материальное обеспечение, оказание медицинской и гуманитарной помощи, поисково-спасательные операции и др. В России также производятся новые снегоболотоходы на гусеницах, приспособленные к работе на Крайнем Севере, среди которых ГАЗ-3344-20 «Алеут» (для перевозки людей и грузов, вооруженных сил; ЗАО «Заволжский завод гусеничных тягачей»), ГАЗ-3409 «Бобр» (для нужд МЧС, Минздрава и других служб; ЗАО «Заволжский завод гусеничных тягачей») [Снегоболотоходы для Арктики... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022], ТТС-34016 «Ветлуга-Арктика» (для экспедиционных поездок; АО «Трансмаш») [Снегоболотоходы ТТС... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022] и др.

Министерством транспорта РФ было инициировано проведение исследований и разработок транспортных средств на воздухоопорных гусеницах (до санкций 2014 г. совместно с Канадой) для создания амфибийных вездеходов, которые могли бы быть использованы при разгрузке судов на необорудованных берегах в условиях Арктики. Такая техника оказывает относительно небольшое влияние на поверхность грунта (без повреждений тундрового дерна) при большей эффективности форсирования пологих склонов (в 1,5–2 раза в сравнении с амфибиями на воздушных подушках) [Азовцев и др., 2020]. Однако переход к промышленному производству вездеходов на воздухоопорных гусеницах к текущему моменту не осуществлен.

По мнению некоторых ученых, в условиях Арктики перспективно использование экранопланов (например, [Nebylov A.V., Nebylov V.A., 2020]), и в 2018 г. вице-премьер Ю. Борисов заявил о планах создания ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева в рамках Госу-

дарственной программы вооружения 2018–2027 гг. опытного образца боевого экраноплана «Орлан», который будет использован для охраны Северного морского пути. В 2019 г. в рамках Международного авиационно-космического салона МАКС-2019 МГТУ им. Н.Э. Баумана представил точную уменьшенную копию высокоскоростной амфибии ВСА-500 [Разработки... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022], предназначенной для работы в арктических условиях и совмещающей в себе технические решения самолета, экраноплана и судна на воздушной подушке. Другая высокоскоростная амфибия-экрanoплан оригинальной конструкции ВСА-24 «Буревестник» в 2013 г. проходила опытную эксплуатацию в Республике Саха (Якутия), однако после этого проект не получил дальнейшего широкого развития [Что мешает... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022].

В рамках утвержденного в 2022 г. плана развития Северного морского пути⁴³ запланировано строительство серийных атомных ледоколов по проекту 22220 (2022–2030 гг.), головного ледокола проекта 10510 «Лидер» (2022–2027 гг.) и 4 дополнительных ледоколов с битопливной энергетической установкой. На текущий момент на Балтийском заводе (входит в Объединенную судостроительную корпорацию) по заказу ФГУП «Атомфлот» строятся два атомохода проекта 22220 («Якутия» и «Чукотка»), а на ССК «Звезда» – ледокол «Лидер». Ожидается, что в 2027 г. на этой судовой верфи закончится строительство сверхмощного атомного ледокола «Россия». Китайские разработки в области атомных ледоколов пока уступают российским (по проекту 22220), а сроки ввода в эксплуатацию первого такого судна не обозначены, хотя некоторые технические характеристики уже известны [Чем китайцы... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022]. США на текущий момент также не имеют атомоходов, однако осуществляют программу обновления флота путем строительства трех полярных ледоколов нового поколения [Halter Marine... (эл. ист. инф.), дата обращения: 10.10.2022].

Отдельно отметим, что в условиях повысившегося санкционного давления дополнительную актуальность приобрели вопросы импортозамещения, в том числе в транспортной отрасли. Напри-

⁴³ Распоряжение правительства РФ от 1 августа 2022 г. № 2115-р «Об утверждении плана развития Северного морского пути на период до 2035 года».

мер, в связи с уходом ряда компаний ПАО «КАМАЗ» может перейти на выпуск грузовиков более старого поколения (1970–1980 гг.), а АО «Галичский автокрановый завод» уже перешел на выпуск упрощенных моделей. По причине ухода с российского рынка производителей кассетных подшипников, трудности с производством испытывают вагоностроительные компании. По некоторым оценкам при нехватке запчастей будет необходимо выводить из эксплуатации около 30 тыс. вагонов ежегодно. Кроме того, без подшипников невозможно и производство инновационных вагонов с повышенной грузоподъемностью.

Сложная ситуация в условиях санкций сложилась в авиации, где доля импортных самолетов составляет 67%, хотя согласно Комплексной программе развития авиатранспортной отрасли доля отечественных самолетов должна увеличиться к 2030 г. до 81% [Российская... (эл. ист. инф), дата обращения: 1.12.2022]. Помимо комплектующих и оборудования, для отрасли характерна зависимость от иностранного программного обеспечения, программ для мониторинга и технического обслуживания и других цифровых решений. В совокупности вопросы импортозамещения могут отвлечь существенную часть ресурсов в отдельных сегментах отрасли, отодвинув и затруднив тем самым внедрение современных технологий.

6.5. Технологические решения и проблемы системы трубопроводного транспорта

Отдельного рассмотрения заслуживает система трубопроводного транспорта и присущие ему технологические проблемы и решения.

Для российской системы трубопроводов в целом характерны следующие особенности:

- расположение трубопроводов в различающихся геолого-климатических зонах, в том числе в Арктической зоне;
- подверженность широкому набору нагрузок и воздействий, включая хорошо описанные (давление, температура и др.) и специальные (мерзлотные грунты, оползни и др.);
- система транзитных газопроводов состоит из сооружений, содержащих конструктивно неоднородные трубы, которые отли-

чаются свариваемостью, химическим составом и механическими свойствами;

– при возведении магистральных газопроводов применялось покрытие трассового нанесения типа «Поликен», в результате чего в течение 7–10 лет на трубах образовывались отслоения, и в условиях отсутствия электрохимической защиты нарастали коррозионные и стресс-коррозионные повреждения [Харитонов, 2020].

Указанные особенности сопрягаются с действием факторов вероятностного характера и окружающей среды, отклонениями при строительно-монтажных работах, что ведет к нерасчетным напряжениям в трубах, различным дефектам и авариям. Причем средняя частота аварий на магистральных газопроводах выше, чем на нефтепроводах (по оценке на данных [Идрисов и др., 2019]). По данным Ростехнадзора в 2020 г. произошло 14 аварий на объектах газопотребления и газораспределения, ущерб от которых превысил 21,5 млн руб. Это относительно немного с учетом среднего числа аварий за 2010–2019 гг., которое составляет 33,5. При этом большая часть аварий в 2020 г, согласно анализу результатов технических расследований, была связана с внешними причинами (51% – механическое повреждение газопроводов из-за внешнего воздействия, 14% – коррозионное повреждение и разрыв сварного стыка, 7% – воздействие природных явлений) [Годовой отчет..., 2020].

Однако статистика за 2019 г. является не вполне репрезентативной. Так, обобщенный анализ причин аварий на магистральных газопроводах за 2005–2019 гг. показывает, что 48% от всех аварий произошло из-за коррозионного растрескивания металла труб под напряжением, 22% – вследствие брака при строительно-монтажных работах, и только 15% и 1% – из-за механических повреждений и природного фактора соответственно [Годовой отчет..., 2018]. Как отмечается, именно коррозионное растрескивание является наиболее опасным среди всех дефектов за последние 20 лет [Харитонов, 2020]. Это привело к тому, что повышение стойкости металла труб к коррозионному растрескиванию под напряжением для магистральных трубопроводов стало одним из основных направлений исследований и разрабатываемых решений в соответствующей области (см., например, [Арабей, 2012]), а также к принятию компаниями корпоративных технических стан-

дартов (например, [СТО Газпром, 2015]). Тем не менее данная тематика в России остается по-прежнему актуальной, равно как и вопросы сварки трубопроводов (см., например, [Демина, 2014]).

Сложившаяся ситуация осложняется тем, что по оценке средних возраст действующих трубопроводов составляет 27–30 лет [Бобова, 2020], что превышает нормативный срок службы многих труб, изготовленных в советское время [Сухова, 2020]. Так, например, прошло уже 58 лет с момента ввода в эксплуатацию самого длинного из построенных в прошлом веке нефтепроводов «Дружба». И, как отмечают, он работает за пределами износа [Сухова, 2020]. Увеличение сроков эксплуатации ведет к появлению трещин, утонению газопроводов и к уже обозначенным дефектам из-за коррозионных процессов. А после 30 лет эксплуатации доля закритических дефектов (вмятины с трещинами, уменьшение толщины стенок на 30% и т.п.) составляет около 40% об общего количества [Харитонов, 2020].

Кроме того, имеют значение и природно-климатические условия. В частности, в Западной Сибири наблюдается потеря устойчивости положения газопроводов из-за их размещения в болотистой местности [Харитонов, 2020], что представляет проблему саму по себе. Но в дополнение к этому аварии там происходят по причине повышенной коррозионной активности почв и кислотности, большей степени обводненности [Аристов, 2008]. Здесь же отметим, что эксплуатация трубопроводов в условиях вечномёрзлых грунтов может вести к их поперечному смещению и деформации из-за циклов оттаивания-замерзания [Колоколова, Гаррис, 2013]. В этом направлении также имеются технологические разработки отечественных ученых: например, армирование основания с помощью объемной георешетки [Долганов и др. 2021] или применение термопластовых армированных труб [Толмачев и др. 2020].

Вместе с тем, как и в других отраслях, происходит проникновение цифровых технологий в трубопроводный транспорт. Например, за рубежом есть опыт применения цифровых двойников при проектировании подводных трубопроводов [Быкова и др., 2020], а в России на пилотных участках используются нейронные сети для распознавания сигналов системы мониторинга трубопроводов, а также цифровой мониторинг посредством беспилот-

ных летательных аппаратов и промышленного интернета вещей, что помогает в том числе в режиме реального времени получать информацию об утечках [Герасимова, 2019]. А ПАО «Газпром» объявила о планах создания цифровой модели Единой системы газоснабжения, и в том числе объектов транспортировки, для чего будут созданы цифровые двойники с применением искусственного интеллекта. На текущий момент разработан прототип [«Газпром»... (эл. ист. инф.) дата обращения: 11.10.2022]. Однако процессы цифровизации тормозятся по ряду причин, среди которых специфика и масштаб отрасли, большой объем инвестиций необходимых для внедрения цифровых технологий, необходимость координации различных участников рынка. При этом остаются открытыми вопросы в сфере государственного регулирования, кибербезопасности.

Таким образом, перспективными направлениями развития технологий в сфере трубопроводного транспорта в России, в которых ведутся разработки, являются создание и совершенствование газопроводов с большими сроками эксплуатации и методов их устойчивости в арктической зоне, увеличение стойкости металла труб к коррозионному растрескиванию под напряжением, поиск новых подходящих для использования в сложных природно-климатических условиях материалов труб и технологий их сварки, минимизация влияния человеческого фактора в процессе производства, ремонта и эксплуатации и др. Отдельно стоят вопросы развития цифровизации трубопроводного транспорта, которая может повысить надежность эксплуатации трубопроводов, а также вопросы выработки единой стратегии развития трубопроводного транспорта России с учетом глобальных и региональных трендов.

6.6. Оценка влияния технологических сдвигов в транспортной отрасли на экономику Азиатской России

В конечном счете, проведенный анализ показывает, что разрабатываемые и внедряемые современные технологии оказывают существенное влияние на транспортную систему и меняют ее в направлении повышения безопасности при снижении воздействия человеческого фактора, увеличения экологичности при со-

кращении объемов выбросов парниковых газов, обеспечения работы единой мультимодальной сети в рамках «бесшовного» логистического процесса. При этом в основе развития многих современных технологий лежит внедрение цифровых решений, связанных с большими данными, облачными сервисами, интернетом вещей, цифровыми двойниками и др.

В России их развитие сдерживается, помимо относительно небольшого накопленного опыта, действующими нормативно-правовыми актами и системой сертификации, отсутствием цифровой культуры и стандартов в отрасли, что требует разработки системных институциональных мер в области ИКТ и цифровых решений. Кроме того, цифровизация транспорта в существенной мере зависит от инвестиций в IT-решения и инфраструктуру (в том числе связи), объем которых относительно не высок. В этих условиях широкое внедрение многих современных технологий в России можно рассматривать только в долгосрочной перспективе. Дополнительное давление оказывают санкционные ограничения, в связи с которыми становятся необходимыми, с одной стороны, повышение кибербезопасности и поддержание бесперебойного функционирования транспортных систем, а с другой – проведение импортозамещения материалов, комплектующих и программного обеспечения.

Среди конкретных мер со стороны государства, которые могут поддержать и стимулировать внедрение и развитие новых технологий на транспорте, можно назвать, например, необходимость разработки юридической базы и нормативно-правовых актов, связанных с «умным городом» и «умным транспортом», в том числе развития законодательства, регулирующего беспилотный транспорт. Другим направлением может быть осуществление целевого финансирования федеральным центром городских программ развития интеллектуальных транспортных систем, поскольку один из ключевых сдерживающих факторов этого направления – дефицит городских бюджетов. Кроме того, способствовать задачам развитию транспортных систем может подготовка востребованных высококвалифицированных кадров, для чего нужны соответствующие корректировки в сфере высшего и средне-профессионального образования. Еще один толчок может быть реализован посредством повышения информированности

общества об интеллектуальных транспортных системах и экологической ответственности человека.

Приведенный анализ технологических разработок для транспортной отрасли был положен в основу расчета влияния технологических сдвигов для Азиатской России. Ввиду тех ограничений, которые есть в этом регионе, есть основания полагать, что электрификация и автоматизация может протекать чуть более медленно, чем в среднем по России.

Оценка влияния технологических сдвигов в рамках выбранных сценариев проводилась с помощью статической модели межотраслевого баланса. При условии ненулевого импорта ее уравнение записывается следующим образом [Саяпова, Широ, 2019]:

$$\bar{X} = (E - A)^{-1} \cdot \bar{Y},$$

где \bar{X} – вектор выпуска в разных секторах национальной экономики; \bar{Y} – вектор конечного спроса на продукцию различных секторов:

$$\bar{Y} = \bar{C} + \bar{G} + \bar{I} + \bar{E}x - \bar{I}m,$$

где \bar{C} – вектор потребления домохозяйств продукции различных секторов; \bar{G} – вектор государственного потребления различных секторов; \bar{I} – вектор накопления основного капитала за счет продукции различных секторов; $\bar{E}x$ – вектор экспорта продукции различных секторов; $\bar{I}m$ – вектор импорта продукции в различные сектора; E – единичная матрица размерности $n * n$; A – матрица технологических коэффициентов прямых затрат, которая состоит из элементов a_{ij} (показывающих, сколько продукции i -го сектора требуется для производства единицы продукции j -го сектора:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}.$$

Любое изменение коэффициентов a_{ij} изменяет и матрицу A , а потому и вектор выпуска различных секторов.

Изменяя коэффициенты, мы получаем новую матрицу A^* и новый вектор выпуска различных секторов \bar{X}^* .

Помимо этого эффекта изменение матрицы A и вектора выпуска \bar{X} влияет на объемы импорта: изменение структуры потребления какого-либо сектора означает и изменение структуры импорта в нем, а через межотраслевые связи и в других секторах. Для того чтобы учесть этот эффект, определялись новые меж-

отраслевые потоки X_{ij}^* (на основе новыми матрицей A^* и выпуском \bar{X}^*), определялись их импортные составляющие $Im_{ij}^* = X_{ij}^* \cdot imp_{ij}$,

где imp_{ij} – доля импорта в текущем производственном потреблении j -м видом деятельности продукции i -го вида деятельности (т.е. в потоке X_{ij}).

Суммированием импортных составляющих в потоках X_{ij} и в конечном спросе для каждой отрасли определяется новый вектор импорта \bar{Im}^* . Ввиду изменения импорта, согласно уравнению, изменяется и вектор конечного спроса \bar{Y} , что в свою очередь, согласно уравнению, приводит к изменению вектора выпуска.

Еще одним следствием изменения матрицы A и вектора выпуска \bar{X} является изменение добавленной стоимости, что в свою очередь влияет на элементы конечного спроса. Любое изменение конечного спроса в экономике в соответствии с уравнением будет приводить к изменению объемов выпуска (при неизменных коэффициентах прямых затрат):

$$\Delta \bar{X} = \bar{X}^* - \bar{X} = (E - A)^{-1} \cdot \bar{Y}^* - (E - A)^{-1} \cdot \bar{Y} = (E - A)^{-1} \cdot \Delta \bar{Y},$$

где \bar{X}^* и \bar{X} – вектора выпуска в отчетном и базовом периодах; \bar{Y}^* и \bar{Y} – вектора конечного спроса в отчетном и базовом перио-

дах; $\Delta\bar{X}$ и $\Delta\bar{Y}$ – вектора прироста выпуска и конечного спроса по сравнению с базовым периодом.

Эффект прироста добавленной стоимости обусловлен дополнительным приростом конечного спроса на отечественную продукцию, связанным с расходованием части дополнительных доходов, формирующихся у населения, государства и бизнеса при реализации эффекта капитальных затрат.

Для оценки этого эффекта также необходимо рассчитать прирост конечного спроса на отечественную продукцию. Данный расчет подразумевает следующую последовательность вычислений:

- определение вектора прироста добавленной стоимости в различных секторах (через полученный вектор прироста выпуска $\Delta\bar{X}$ и сложившиеся доли добавленной стоимости в выпуске различных секторов);

- определение вектора прироста оплаты труда (через полученный вектор прироста выпуска $\Delta\bar{X}$ и сложившиеся доли оплаты труда в выпуске различных секторов, за вычетом налога на доходы физических лиц);

- определение вектора прироста налоговых отчислений (через полученный вектор прироста выпуска $\Delta\bar{X}$ и сложившиеся доли налогов в выпуске различных секторов, с учетом налога на доходы физических лиц);

- определение вектора прироста прибыли в различных секторах (как разницы между приростом добавленной стоимости и приростом оплаты труда и налоговых отчислений);

- определение совокупного прироста доходов населения (как суммы элементов вектора прироста оплаты труда, за вычетом налога на доходы физических лиц);

- определение совокупного прироста доходов государства (как суммы элементов вектора прироста налоговых отчислений, с учетом налога на доходы физических лиц);

- определение совокупного прироста прибыли бизнеса (как суммы элементов вектора прироста прибыли в различных секторах);

- определение вектора прироста потребления домашних хозяйств (через оценки прироста доходов населения и прироста прибыли бизнеса, средние эластичности потребления домашних

хозяйств по доходам и по прибыли и сложившуюся отраслевую структуру потребления домашних хозяйств);

– определение вектора прироста государственного потребления (через оценки прироста доходов государства, среднюю эластичность государственного потребления по доходам и сложившуюся отраслевую структуру государственного потребления);

– определение вектора прироста частных инвестиций населения (через оценки прироста доходов населения, среднюю эластичность инвестиций по доходам населения и сложившуюся отраслевую структуру инвестиций);

– определение вектора прироста бюджетных инвестиций (через оценки прироста доходов государства, среднюю эластичность инвестиций по доходам государства и сложившуюся отраслевую структуру инвестиций);

– определение вектора прироста инвестиций бизнеса (через оценки прироста прибыли бизнеса, эластичность инвестиций по прибыли бизнеса и сложившуюся отраслевую структуру инвестиций);

– определение вектора прироста конечного спроса (как суммы векторов прироста потребления домашних хозяйств, государственного потребления, инвестиций со стороны домашних хозяйств, государства и бизнеса).

В итоге величина мультипликативного эффекта прироста добавленной стоимости $\Delta \bar{X}^*$ будет определяться следующим образом [Клоппер, 2012]:

$$\Delta \bar{X}^* = (E - A)^{-1} \cdot \Delta \bar{Y}^*,$$

где $\Delta \bar{Y}^*$ – вектор прироста конечного спроса в результате расходования доходов, возникших при реализации эффекта прироста текущих производственных затрат.

Расчеты были выполнены на балансах для России, разрабатываемых в рамках системы расчетов CONTO для 2035 г. В расчетах был принят во внимание анализ вводов новых мощностей, связанных с новыми технологиями на транспорте, а также специфика Азиатской России. Ввиду тех ограничений, которые есть в этом регионе, есть основания полагать, что электрификация и автоматизация может протекать чуть более медленно, чем в сред-

нем по России, в то время как внедрение цифровых решений и транспортной политики на сопоставимом уровне.

Ниже приведем результаты расчетов по технологическим ноциям в отдельности и в совокупности.

Цифровизация на транспорте

Цифровизация в основном означает повышение качества управления, и косвенно влияет на торговую и транспортную наценки. Распространение цифровых технологий приводят к снижению затрат всех отраслей в секторе транспорта и торговли и одновременному возрастанию затрат в секторе «Информационные технологии».

Для оценки соответствующего эффекта с помощью статической модели межотраслевого баланса для каждой отрасли i изменились коэффициенты прямых затрат $a_{36,i}$, $a_{37,i}$, $a_{39,i}$ и $a_{49,i}$ (показывающие сколько продукции сектора «Оптовая торговля» (36-й сектор), сектора «Розничная торговля» (37-й сектор), сектора «Наземный транспорт» (39-й сектор) и сектора «Информационные технологии» (49-й сектор) соответственно требуется для производства единицы продукции i -го сектора), так чтобы сумма этих коэффициентов для каждого i оставалась постоянной:

$$a_{36,i} + a_{37,i} + a_{39,i} + a_{49,i} = const.$$

Изменение коэффициентов прямых затрат означает изменение матрицы A , что через цепочку межотраслевых связей приводит к изменению как вектора конечного спроса (за счет изменения импорта и добавленной стоимости), так и вектора выпуска всех отраслей.

Для Азиатской России ожидаем сценарий умеренной цифровизации. Снижение затрат всех отраслей в секторах «Оптовая торговля», «Розничная торговля» и «Наземный транспорт» на 90% и соответствующее повышение затрат в секторе «Информационные технологии» выражается в росте выпуска в секторе «Информационные технологии» на 98% к 2035 г. по сравнению с базовым сценарием; росте выпуска в секторе «Производство вычислительной техники» на 29%; росте выпуска в секторе «Связь» на 9%; росте выпуска в секторе «Производство электрооборудования и радио-компонент» на 6%; снижении выпуска

в секторе «Торговля» на 5%; снижении выпуска в секторе «Деятельность транспорта» на 10%; снижении выпуска в секторе «Производство нефтепродуктов» на 1% (рис. 6.1). Общий выпуск растет на 0,04%.

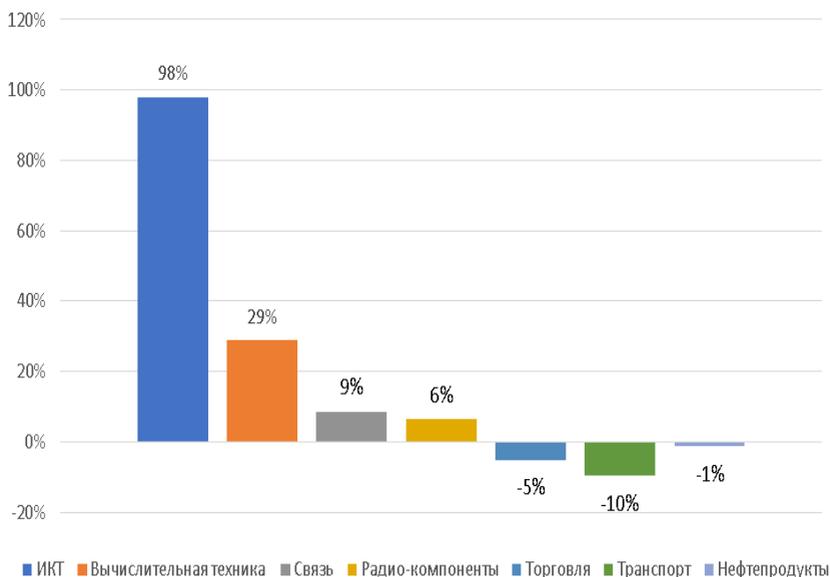


Рис. 6.1. Влияние цифровизации на изменение отраслевых выпусков по сравнению с базовым сценарием

Электрификация личного и общественного транспорта

Повышение доли электромобилей в парке и электрического общественного транспорта в первую очередь повлечет замещение одних видов энергоносителей другими: вместо нефтепродуктов будет использоваться электроэнергия. Это приведет к изменению структуры затрат в секторе домашних хозяйств и секторе наземного транспорта, к изменению выпуска в отраслях «Производство нефтепродуктов» и «Производство электроэнергии», а также в сопряженных с ними секторах (и дальнейшему распространению этого импульса по цепочке межотраслевых связей).

Для оценки макроэкономического эффекта замещения нефтепродуктов электроэнергией в потреблении домашних хозяйств изменялись элементы отраслевой структуры потребления домаш-

них хозяйств C_{17} и C_{32} (доли продукции сектора «Производство нефтепродуктов» (17-й сектор) и продукции сектора «Производство электроэнергии» (32 сектор) соответственно в совокупном потреблении домашних хозяйств), так чтобы сумма этих двух коэффициентов оставалась постоянной.

Изменение структуры потребления домашних хозяйств означает изменение вектора конечного спроса, что, как уже отмечалось, приводит к изменению вектора выпуска.

Для Азиатской России ожидаем сценарий сдержанной электрификации. Распределение затрат между нефтепродуктами и электроэнергией в потреблении домохозяйств в экономике России составляет 45% к 55% соответственно. Приведение структуры затрат по этим двум секторам к соотношению 35% к 65% ведет к росту выпуска в отрасли «Производство электроэнергии» в 2035 г. на 3,9% по сравнению с базовым сценарием; снижению выпуска в отрасли «Производство нефтепродуктов» в 2035 г. на 3,8% по сравнению с базовым сценарием (рис. 6.2). В остальных отраслях изменения в выпуске незначительны (менее 1%), общий выпуск изменяется незначительным образом (увеличивается на 0,09%).

Распределение затрат между нефтепродуктами и электроэнергией в потреблении сектора «Наземный транспорт» в экономике России составляет 60% к 40% соответственно. Приведение структуры затрат по этим двум секторам к соотношению 50% к 50% ведет к росту выпуска в отрасли «Производство электроэнергии» в 2035 г. на 2% по сравнению с базовым сценарием и снижению выпуска в отрасли «Производство нефтепродуктов» на 2% (рис. 6.3). В остальных отраслях изменения в выпуске незначительны (менее 1%), общий выпуск также изменяется незначительным образом (увеличивается на 0,04%).

Совокупный эффект от электрификации, получаемый наложением эффектов в секторе потребления домашних хозяйств и секторе «Наземный транспорт», выражается в росте выпуска в отрасли «Производство электроэнергии» к 2035 г. на 5,8% по сравнению с базовым сценарием; в снижении выпуска в отрасли «Производство нефтепродуктов» к 2035 г. на 5,8% по сравнению с базовым сценарием. В остальных отраслях изменения в выпуске незначительны (менее 2%), общий выпуск растет на 0,13%.

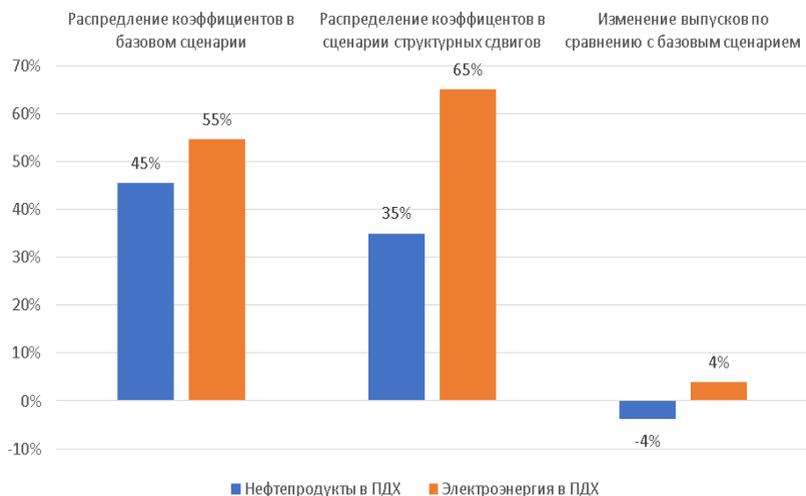


Рис. 6.2. Влияние электрификации личного автотранспорта на структуру ПДХ продукции отраслей «Производство нефтепродуктов» и «Производство электроэнергии» и на выпуски в этих отраслях по сравнению с базовым сценарием

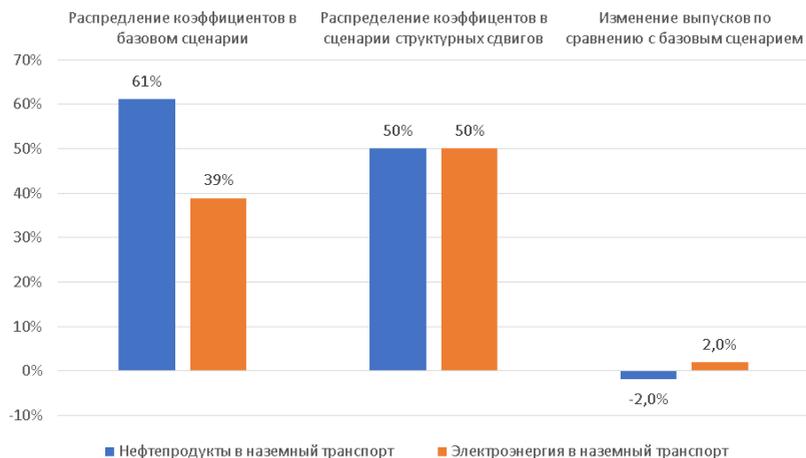


Рис. 6.3. Влияние электрификации общественного транспорта на структуру затрат сектора «Наземный транспорт» на продукцию отраслей «Производство нефтепродуктов» и «Производство электроэнергии» и на выпуски в этих отраслях по сравнению с базовым сценарием

Технологические изменения в производстве автомобилей

В этом расчете были приняты во внимание ограничения по наращиванию мощностей для производства электромобилей в Азиатской России, связанные с тем, что в этом регионе расположено небольшое количество автомобильных заводов и есть неопределенность – насколько интенсивно будет протекать их перестройка на выпуск электромобилей и электробусов.

Переход к выпуску электрических версий автотранспортных средств связан с несколькими эффектами. Первый из этих эффектов связан с распространением электромобилей: в них отсутствует двигатель внутреннего сгорания, но есть аккумулятор. Это приводит к изменению структуры затрат в отрасли «Производство автомобилей и автокомпонентов»: снижаются затраты на собственную продукцию (двигатели внутреннего сгорания) и повышается доля затрат на продукцию отрасли «Производство электрооборудования» (аккумуляторная батарея, инвертор). Вторым эффектом связан с возрастающей автоматизацией управления транспортными средствами: она приводит к росту доли электрооборудования (GPS-модуль, видеокамеры) и компьютерного и коммуникационного оборудования (лидар, радар, бортовой компьютер) в затратах отрасли «Производство автомобилей и автокомпонентов».

Для оценки этих эффектов с помощью статической модели межотраслевого баланса изменялись коэффициенты прямых затрат $a_{25,28}$ и $a_{28,28}$ (показывающие, сколько продукции сектора «Производство электрооборудования» (25-й сектор) и сектора «Производство автомобилей и автокомпонентов» (28-й сектор) соответственно требуется для производства единицы продукции сектора «Производство автомобилей и автокомпонентов» (28-й сектор)), так чтобы сумма этих двух коэффициентов оставалась постоянной.

Соответствующее изменение матрицы A через цепочку межотраслевых связей приводит к изменению как вектора конечного спроса (за счет изменения импорта и добавленной стоимости), так и вектора выпуска всех отраслей.

Для Азиатской России ожидается сценарий умеренной электрификации автоматизации управления автомобилями. Распределение затрат между автокомпонентами и электрооборудованием

в потреблении сектора «Производство автомобилей и автокомпонентов» в экономике России составляет 93% к 7% соответственно. Приведение структуры затрат по этим двум секторам к соотношению 80% к 20% ведет к росту выпуска в отрасли «Производство электрооборудования» в 2035 г. на 8,7% по сравнению с базовым сценарием и снижению выпуска в отрасли «Производство автомобилей и автокомпонентов» на 7,6% (рис. 6.4). В остальных отраслях изменения в выпуске незначительны (менее 1%), общий выпуск также изменяется незначительным образом (изменение менее 0,1%).

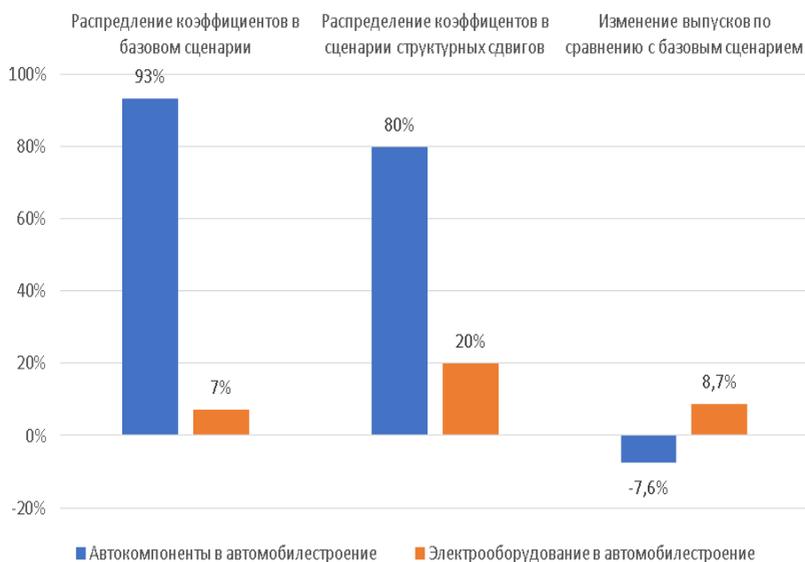


Рис. 6.4. Влияние изменений технологий производства автомобилей на структуру затрат сектора «Производство автомобилей и автокомпонентов» на продукцию отраслей «Производство автомобилей и автокомпонентов» и «Производство электрооборудования» и на выпуски в этих отраслях по сравнению с базовым сценарием

Распространение композитных материалов в автомобилестроении

Новые транспортные технологии в существенной мере завязаны на большее использование композитов при производстве транспортных средств, что также означает изменение структуры затрат в этих отраслях.

Для оценки соответствующего эффекта в автомобилестроении с помощью статической модели межотраслевого баланса изменялись коэффициенты прямых затрат $a_{18,28}$ и $a_{21,28}$ (показывающие, сколько продукции сектора «Химическое производство» (18-й сектор) и «Металлургическое производство» (21-й сектор) соответственно требуется для производства единицы продукции сектора «Производство автомобилей и автокомпонентов» (28-й сектор)), так чтобы сумма этих двух коэффициентов оставалась постоянной.

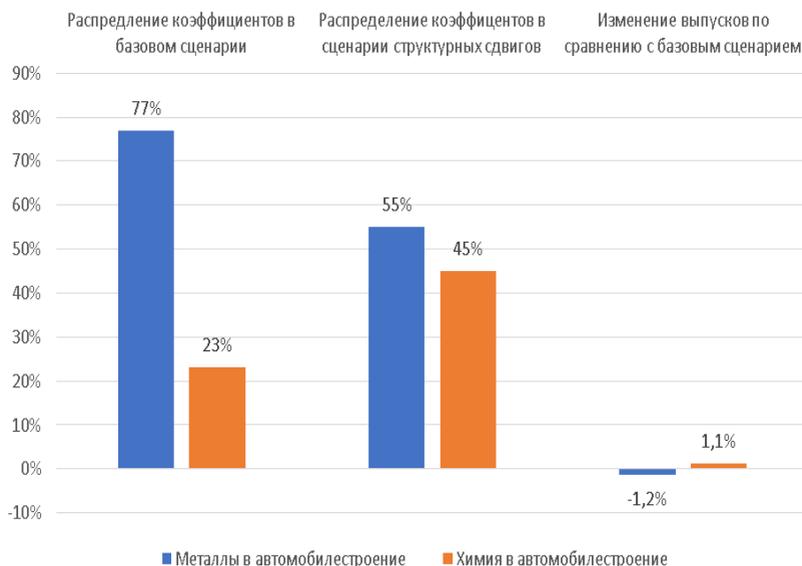


Рис. 6.5. Влияние распространения композитных материалов на структуру затрат сектора «Производство автомобилей и автокомпонентов» на продукцию отраслей «Металлургическое производство» и «Химическое производство» и на выпуски в этих отраслях по сравнению с базовым сценарием

Для Азиатской России ожидается сценарий выраженного (сопоставимого с Европейской Россией) использования композитных материалов в автомобилестроении. Распределение затрат между металлами и химической продукцией в потреблении сектора «Производство автомобилей и автокомпонентов» в экономике России составляет 77% к 23% соответственно. Приведение структуры затрат по этим двум секторам к соотношению 55% к 45% ведет к росту выпуска в отрасли «Химическое производство» в 2035 г. на 1,1% по сравнению с базовым сценарием и снижению выпуска в отрасли «Металлургическое производство» на 1,2% (рис. 6.5). В остальных отраслях изменения в выпуске незначительны (менее 1%), общий выпуск также изменяется незначительным образом (изменение менее 0,1%).

Распространение совместного использования автомобилей

Нарастающий тренд совместного использования автомобилей (краткосрочная аренда, услуги извоза на основе мобильных приложений, практики поездок с попутчиками) может найти свое выражение в значительном преобразовании транспортных систем в перспективе. В частности, речь идет об отказе от использования личного автомобиля в пользу коммерческого. Полная автоматизация управления автомобилями может только усилить этот процесс. Такое изменение означает снижение затрат домашних хозяйств в секторе «Производство автомобилей и автокомпонентов» и их возрастание в секторе «Наземный транспорт».

Для оценки макроэкономического эффекта от этого процесса изменялись элементы отраслевой структуры потребления домашних хозяйств C_{28} и C_{39} (доли продукции сектора «Производство автомобилей и автокомпонентов» (28-й сектор) и продукции сектора «Наземный транспорт» (39-й сектор) соответственно в совокупном потреблении домашних хозяйств), так чтобы сумма этих двух коэффициентов оставалась постоянной.

Для Азиатской России ожидается сценарий сдержанного распространения этой тенденции в крупнейших городах. Распределение затрат между секторами «Наземный транспорт» и «Производство автомобилей и автокомпонентов» в потреблении домохозяйств в экономике России составляет 62% к 38% соответственно. Приведение структуры затрат по этим двум секторам к соотношению 55% к 45% ведет к росту выпуска в отрасли «Наземный

транспорт» в 2035 г. на 1,1% по сравнению с базовым сценарием и к снижению выпуска в отрасли «Производство автомобилей и автокомпонентов» на 6,2% по отношению к базовому сценарию (рис. 6.6). В остальных отраслях изменения в выпуске незначительны (менее 1%), общий выпуск снижается на 0,06%.

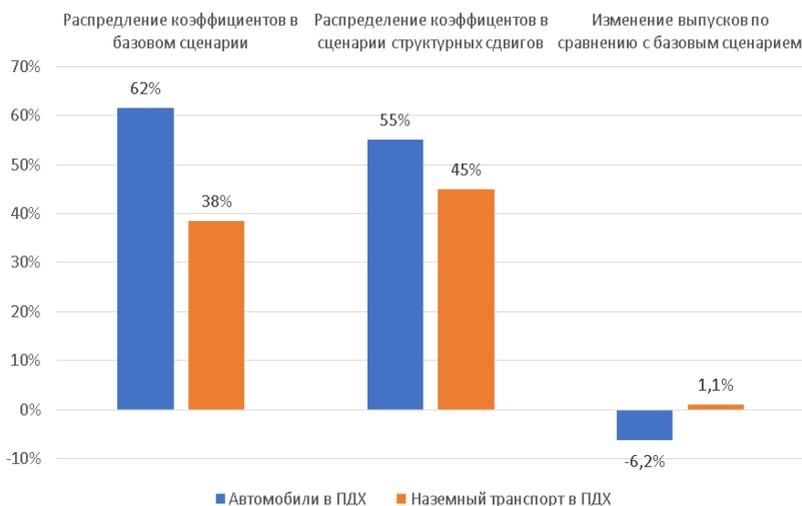


Рис. 6.6. Влияние распространения совместного использования автомобилей на структуру ПДХ в отношении продукции отраслей «Производство автомобилей и автокомпонентов» и «Наземный транспорт» и на выпуски в этих отраслях по сравнению с базовым сценарием

Совокупное влияние технологических сдвигов

За счет межотраслевых связей совокупный эффект, получаемый наложением всех рассматриваемых процессов, приводит к изменению выпусков почти всех отраслей. Наиболее выраженные последствия наблюдаются в секторе «Информационные технологии» (рост на 98% по сравнению с базовым сценарием), в секторе «Производство автомобилей и автокомпонентов» (снижение на 14%), в секторе «Производство вычислительной техники» (рост на 29%), в секторе «Производство радио-компонент» (рост на 7%), в секторе «Деятельность сухопутного транспорта» (снижение на 9%), в секторе «Торговля» (снижение на 5%), в производстве нефтепродуктов (снижение на 7%), в секторе «Произ-

водство электрооборудования» (рост на 9%), в секторе «Производство электроэнергии» (рост на 5%) (рис. 6.7). При этом общий выпуск в экономике изменяется незначительно (рост на 0,08%).

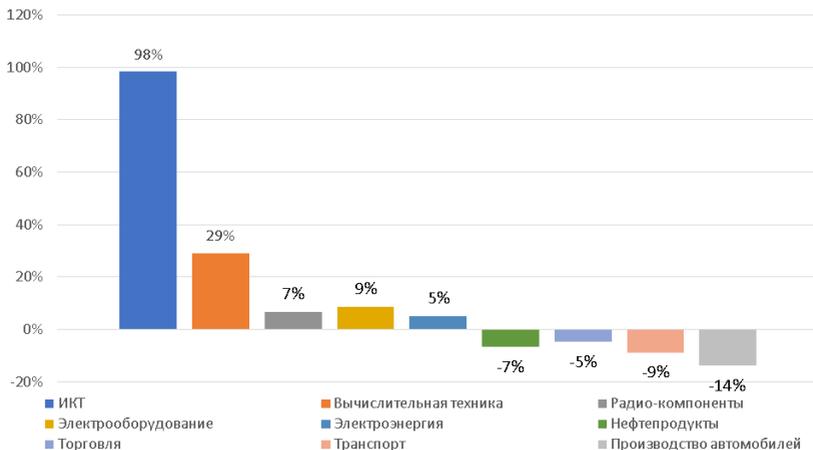


Рис. 6.7. Изменение отраслевых выпусков по сравнению с базовым сценарием вследствие рассматриваемых технологических структурных сдвигов

Подводя итоги, стоит отметить, что изменения в структуре выпуска вследствие распространения рассматриваемых процессов существенны. Некоторые из тенденций ведут к значительному приросту выпуска в некоторых отраслях и снижению в других.

Наибольшие эффекты связаны с процессом цифровизации и совместным использованием: они выражаются в значительном увеличении выпуска в отраслях «Информационные технологии» и «Производство вычислительной техники», снижении выпуска отрасли «Производство автомобилей и автокомпонентов».

Описанные технологические сдвиги искажают структуру экономики не в самую благоприятную сторону, в частности снижается выпуск в производстве автомобилей (технологичной отрасли с большой добавленной стоимостью) и в производстве нефтепродуктов. Однако при этом снижение выпуска в этих видах деятельности является результатом большей эффективности экономики, соответственно можно ожидать, что за счет снижения затрат увеличится общий объем добавленной стоимости, а дополнительные высвободившиеся средства будут перераспределены в дополнительный спрос.