



УДК 629.1: 656.13:502.5: 504.61:656.13

Юрий Васильевич Трофименко, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», вице-президент Российской академии транспорта
e-mail: ywtrofimenko@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСЕ

Взрывное развитие транспортных технологий (электрификация автотранспорта, беспилотное движение, мультимодальные перевозки) требует корректировки направлений прикладных научных исследований в транспортном комплексе. Обоснование перспективных направлений и тематики прикладных научных исследований в транспортном комплексе выполнено на основании анализа Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации на период до 2024 года, а также анализа и обобщения деятельности органов государственной власти, экспертов научно-технической сферы, тематики фундаментальных исследований, применительно к транспорту, а также результатов форсайт-сессий с учеными и экспертами в области транспорта, выполненных под руководством автора научных исследований, обобщения отечественного и зарубежного опыта.

Перспективные направления прикладных научных исследований сформулированы применительно к транспортным средствам, объектам транспортной инфраструктуры, технологиям организации дорожного движения, инженерной защиты окружающей среды, повышения ресурсо- и энергоэффективности транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры. Они отвечают большому вызову и соответствуют пятому и шестому технологическому укладу.

Ключевые слова: транспортный комплекс, научные исследования, перспективная тематика, технологический уклад.

Введение

В последние годы в связи со стремительным развитием инфокоммуникационных технологий, расширением использования возобновляемых источников энергии, созданием новых материалов с заданными свойствами, эффективных накопителей энергии, ростом негативного воздействия транспорта на окружающую природную и социальную среду формируются новые тренды научно-технического развития транспортной техники, организации перевозок и дорожного движения, объектов транспортной инфраструктуры, производственно-технической базы автомобильного транспорта, меняется мотивация транспортного поведения населения, прежде всего, в крупных городах и мегаполисах.

Электрификация автомобильного транспорта, беспилотное движение и мультимодальные пассажирское и грузовые перевозки с использованием разных видов транспорта, включая валиологические, беспилотные летательные аппараты в кругу ученых и специалистов перестают восприниматься как перспективные разработки далекого будущего,

а становятся актуальными уже в настоящее время, так как находятся в тренде принятых в последнее время документов государственного стратегического планирования (Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»; Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»).

Общая их направленность – осуществлять (поддерживать) научно-технологическое развитие, характерное для шестого технологического уклада, отличающееся развитием робототехники, биотехнологий, систем искусственного интеллекта, глобальных информационных сетей, интегрированных безопасных высокоскоростных транспортных систем [1].

Приоритеты научно-технологического развития, связанные с деятельностью транспортного комплекса

В стратегии научно-технологического развития Российской Федерации сформулированы большие вызовы и определены семь приоритетов научно-тех-

нологического развития страны на 10–15 лет, пять из которых касаются транспортной деятельности:

1. Переход к передовым цифровым, интеллектуальным технологиям, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

2. Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии.

3. Противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства.

4. Связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики.

5. Возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.

В национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года конкретизированы задачи по реализации указанных выше приоритетов в виде национальных проектов, касающихся цифровизации, обеспечения качества городской среды, решения экологических проблем, повышения безопасности дорожного движения (стремление к нулевой смертности в ДТП к 2030 году), обеспечения связности территории.

Обоснование перспективных прикладных научных исследований в транспортном комплексе

1 Транспортные средства и технологии

Обоснование перспективных прикладных научных задач и проектов в транспортном комплексе выполняется на основании анализа и обобщения: деятельности экспертов и органов государственной власти по наполнению национальных проектов, в том числе касающихся автотранспортного комплекса, конкретными мероприятиями; предложений зарегистрированных экспертов научно-технической сферы, занимающихся актуализацией проектов приоритетного направления 5 «Транспортные и космические системы» Государственной программы «Развитие науки и технологий на 2013–2020 годы» (Минобрнауки России); задач и ключевых проблем приоритетных фундаментальных научных

исследований Российского научного фонда (РНФ), Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), которые могут быть использованы в качестве основы для выполнения прикладных научных исследований в автотранспортном комплексе. В числе таких приоритетных направлений: электрохимические и термоэлектрические технологии в энергетике; интеллектуальные технологии в робототехнических и мехатронных системах; снижение риска возникновения и уменьшение последствий катастроф природного и техногенного происхождения; перспективные квантовые коммуникации и вычисления; нейротехнологии и когнитивные исследования.

Так, например, по направлению «Интеллектуальные технологии в робототехнических и мехатронных системах» в задачах «Развитие интерфейса человек-робот» и «Сенсорные системы и алгоритмы обработки информации» ключевыми проблемами (поддерживаются грантами РНФ и РФФИ), имеющими прямое отношение к беспилотным транспортным средствам, являются:

1) развитие новых неинвазивных сенсорных систем, включая силомоментное очувствление, электромиографию и электроэнцефалографию;

2) разработка алгоритмов распознавания и синтеза естественной речи;

3) синтез алгоритмов распознавания специфических сценариев поведения человека по визуальной информации с целью мониторинга состояния рабочих, хронических больных и престарелых людей, а также предотвращения агрессии в общественных местах;

4) развитие методов скоростного обучения роботов (тренажеров).

5) разработка высокоэффективных, малогабаритных и дешевых систем технического зрения для робототехнических систем;

6) разработка малогабаритных высокоточных датчиков силомоментной информации для робототехнических систем;

7) развитие методов обработки сенсорной информации для задач одновременной локализации и картирования;

8) разработка интеллектуальных методов анализа сенсорной информации, в том числе алгоритмов распознавания образов, в условиях неопределенности и существенной динамики окружающей среды;

9) разработка методов комплексирования информации, поступающей от разнородных сенсоров с учётом различия их динамических и информационных характеристик;

10) развитие методов автоматической калибровки датчиков и оценивания кинематических, эластостатических и динамических параметров робототехнических систем в условиях существенной динамики окружающей среды;

11) разработка новых типов сенсоров для робототехнических систем.

Более детальное обоснование перспективных прикладных научных задач и проектов в транспортном комплексе выполнено по результатам обобщений, проведенных с участием автора в августе-сентябре 2018 года, форсат-сессий ученых и экспертов научных учреждений РАН, высшей школы по заданию Правительства Москвы. В таблице 1 приведен прогноз перспективных объектов и технологий для транспортного комплекса, полученных в результате выполнения этой работы.

В таблице 1 приведен прогноз перспективных объектов и технологий для транспортного комплекса, полученных в результате выполнения этой работы.

Таблица 1. Прогноз перспективных объектов и технологий для транспортного комплекса

Объекты и рыночные ниши			Перспективные технологии		
2019–2024	2025–2030	После 2030	2019–2024	2025–2030	После 2030
Электро-мобиль, подключаемый гибрид			Синхронный электродвигатель постоянного тока, асинхронный электродвигатель постоянного тока, рекуперация кинетической энергии, рекуперация тепловой энергии	Рекуперация демпфирующих систем	Энергоустановки на топливных элементах
АТС с системой автономного управления 1 и 2 уровней безопасности	3 и 4 уровни безопасности	5 уровень безопасности	Технологии машинного зрения, высокоскоростной обработки потоковых данных, искусственного интеллекта	Технологии машинного обучения для средств автономного управления	
Композитные материалы для кузовных и силовых элементов	Токопроводящие композитные материалы (Metal plated conductive carbon fiber)		Возобновляемый акрилонитрил, аддитивные прессформы, быстроспекаемые препреги, Al- и Ti- сотовый наполнитель	Самовосстанавливающиеся материалы	
Беспилотные рельсовые транспортные средства	Беспилотные колесные транспортные средства, беспилотное такси и каршеринг		Технологии машинного зрения, высокоскоростной обработки поточных данных, технологии искусственного интеллекта (ИИ), высокоточная спутниковая навигация	Технологии машинного обучения для средств автономного управления	
Интеллектуальные транспортные системы, «умная» инфраструктура, сквозная цифровизация транспортного комплекса	Автономные объекты транспортной инфраструктуры, автономные склады	Левитирующие транспортные средства, вакуумные поезда	Концепция «мобильность как услуга» (взаимодействие с носимой электроникой, программными платформами, технологии взаимодействия автомобиля с пешеходом (V2P), автомобилем (V2V), инфраструктурой (V2I), окружающей средой (V2E), управляющей системой ИТС (V2S), технология анализа данных методами ИИ	Технологии ИИ с применением методов машинного обучения и нейронных сетей для ОТИ и ТС для принятия решений	Системы магнитной и антигравитационной левитации, поддержания вакуумной или околовакуумной среды

С учетом изложенного, выполненных под руководством автора и опубликованных результатов научных исследований [2–7], а также обобщения отечественного и зарубежного опыта перспективными

прикладными научными исследованиями в транспортном комплексе, по нашему мнению, являются следующие:

1. Разработка новых стандартов транспортного

обслуживания населения в городских, региональных мультимодальных транспортных системах с учетом использования глобальных инфокоммуникационных сетей.

2. Исследования в области валеологически ориентированного транспорта: создание эффективной и безопасной велотранспортной сети на территории крупных городов, эффективных средств малой мобильности. Разработка эффективных и безопасных конструкций грузовых велосипедов.

3. Разработка интеллектуальных систем управления дорожным движением и допуска на улично-дорожную сеть (УДС) отдельных транспортных средств и участников движения с использованием робототехнических и мехатронных систем, систем с биологическими возможностями адаптации (нейронные сети, биоаналоги, техническое зрение, силомоментное очувствление, электромиография и электроэнцефалография).

4. Развитие транспортных объектов и систем с биологическими возможностями: «тренировка» параметров, стрессовая адаптивность, резервирование, гибкость, выживание, появление аналога нервной системы в технических системах, технопсихоматика.

5. Разработка эффективных накопителей энергии для транспортных средств, эффективных и экологически безопасных методов зарядки городского электротранспорта.

6. Разработка технологий адаптации (обеспечения живучести) транспортных систем и объектов транспортной инфраструктуры в связи с изменением климата, ростом техногенных (из-за цифровых технологий, беспилотного движения) и социальных опасностей.

7. Разработка средств инженерного обустройства на линейных объектах транспортной инфраструктуры для повышения безопасности дорожного движения, защиты диких животных и рационального природопользования (землеотвода). Ограждения, природо-совместимые технологии, использование для очистки поверхностного стока с дорог взамен локальных очистных сооружений откосов с нанесением на их поверхность полимер-коллоидных композиций [8].

8. Разработка технологий термоэлектрического преобразования на основе низкопотенциальной теплоты для транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры. Применение тепловых насосов для подогрева дорожного покрытия на наклонных участках искусственных сооружений в холодное время года.

9. Разработка автономной системы энергообеспечения и мониторинга экологических, других технико-эксплуатационных показателей улично-дорожной сети с использованием комплекса экологически чистых источников энергии (ВИЭ, пьезоэлектрические генераторы).

10. Исследование и разработка инновационных технологий борьбы с загрязнением воздуха мелкодисперсными частицами, транспортным шумом, электромагнитными полями, генерируемых электротранспортом и зарядной инфраструктурой.

11. Разработка инновационных технологий утилизации накопителей энергии (аккумуляторов), изношенных шин, электронного лома, других отходов транспортной деятельности.

Представляется, что транспорт и мобильность общества должны взаимно трансформироваться в направлении повышения качества жизни населения (транспортной доступности и минимизации затрат на осуществление перевозок), безопасности дорожного движения, предотвращения и/или минимизации негативных последствий для людей, грузов, объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств, окружающей среды при возникновении чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и социального характера, сокращения ресурсопотребления, повышения энергоэффективности транспортной деятельности и снижения ее негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

3.2 Пути перехода транспортного комплекса на экологически безопасную и низкоуглеродную модель развития

Реализация второго и пятого приоритета научно-технологического развития страны видится на путях перехода транспортного сектора на экологически безопасную и низкоуглеродную модель развития.

Такой переход предусматривает реализацию мероприятий, которые можно сгруппировать по трем направлениям [9]:

а) повышение энергоэффективности транспортных средств (ТС) и транспортных технологий, использующих традиционные виды моторного топлива;

б) диверсификация использования различных источников энергии с меньшим выбросом парниковых газов (ПГ) для ТС всех видов транспорта;

в) управление мобильностью – сокращение избыточного, нерационального, необоснованного перемещения грузов и пассажиров, сдерживание гипермобильности населения за счет развития транспортных систем, обеспечивающих сбор, интеллектуальную обработку, анализ и обмен данными, а также использующих расширенные возможности коммуникации между автомобилями, дорожной инфраструктурой и автомобилем, автомобилем и человеком, автомобилем и окружающей средой, автомобилем и управляющей системой.

Мероприятия первого направления предусматривают: разработку и внедрение новых энергосберегающих и экологически безопасных транспортных средств и технологий на транспорте; формирование оптимальной структуры (стимулирование

обновления) парка подвижного состава разных видов транспорта за счёт управления процессами его пополнения и выбытия; продвижение устойчивой мобильности через улучшенные эмиссионные стандарты (нормирование удельных выбросов CO₂), развитие немоторизованных видов транспорта; поддержание технического состояния подвижного состава и объектов инфраструктуры транспорта в нормативном состоянии; стимулирование потребителя к осуществлению выбора низкоуглеродных ТС и др.

Мероприятия второго направления связаны с развитием: энергоэффективного производства альтернативных топлив и ТС, способных на них работать, электрификации автомобильного транспорта; заправочной инфраструктуры для альтернативных топлив и энергии.

Мероприятия третьего направления предусматривают: управление спросом на транспортные услуги; управление приоритетами развития различных видов транспорта; формирование рациональной структуры транспортных сетей в городах и агломерациях; низкоуглеродную организацию перевозочного процесса при взаимном дополнении (но не конкуренции) разных видов транспорта (цифровые транспортно-логистические технологии, интеллектуальные транспортные системы (ИТС) и т.п.); формирование «умной» системы взимания дорожных сборов (по пройденному расстоянию, массы ТС, уровня их энергетической и экологической эффективности) с использованием ИТС; цифровизацию транспорта и логистики; внедрение зон и маршрутов автономного и автоматического вождения, «зон с низкими выбросами» в городах, изменение транспортного поведения населения и др.

Заключение

На основании анализа Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации на период до 2024 года,

а также анализа и обобщения деятельности органов государственной власти, экспертов научно-технической сферы, тематики фундаментальных исследований, применительно к транспорту, а также результатов форсайт-сессий с учеными и экспертами в области транспорта, выполненных под руководством автора научных исследований, обобщения отечественного и зарубежного опыта определены приоритеты прикладных научных исследований, которые должны быть реализованы в виде конкретных мероприятий по разработке инновационных инженерно-технических и технологических решений в области разработки конструкции транспортных средств, объектов транспортной инфраструктуры, управления транспортным средством, транспортными потоками, мультимодальными перевозками, взаимодействия транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры с окружающей природной и социальной средой, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и социального характера, отвечающих большим вызовам и соответствующих пятому и шестому технологическому укладу.

По нашему мнению, обеспечение перехода транспортного комплекса на безопасную и низкоуглеродную модель развития должно стать определяющим вектором транспортной политики государства. Основные группы мероприятий, которые необходимо реализовать ориентированы на: повышение энергоэффективности ТС и транспортных технологий, использующих традиционные виды моторного топлива; диверсификацию использования различных источников энергии с меньшим выбросом ПГ для ТС всех видов транспорта; управление мобильностью. Успешная реализация этих групп мероприятий предусматривает более сложную для государства и бизнеса модель управления развитием транспорта при значительном повышении расходов на развитие транспортной инфраструктуры, реализацию высокотехнологичных проектов и развитие человеческого потенциала.

Литература

1. Авербух, В.М. Шестой технологический уклад и перспективы России (краткий обзор) // Вестник Ставропольского гос. ун-та. – 2010. – № 71. – С. 159 -166. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://vestnik.stavsu.ru/71-2010/24.pdf> – (дата обращения: 20.10.2018).
2. Трофименко, Ю.В. Актуальные проблемы инженерной экологии и обеспечения техносферной безопасности автотранспортного комплекса / Ю.В. Трофименко // Безопасность в техносфере. – 2007. – № 2. – С. 46-54.
3. Якубович, А.Н. Моделирование и оценка природных и техногенных рисков в автотранспортном комплексе; монография / А.Н. Якубович, Ю.В. Трофименко, И.А. Якубович. – Москва: МАДИ, 2018. – 232 с.
4. Трофименко, Ю.В. Оценка загрязнения воздуха аэрозольными частицами размером менее 10 мкм от транспортных потоков на городских автомагистралях / Ю.В. Трофименко В.С. Чижова // Экология и промышленность России. – 2012. – № 9. – С. 41-45.
5. Трофименко, Ю.В. Биологические методы снижения автотранспортного загрязнения придорожной полосы / Ю.В. Трофименко, А.В. Лобиков // Обзорная информация. Автомобильные дороги. – 2001. – № 5. – С. 1-96.
6. Трофименко, Ю.В. Пути повышения экологической и дорожной безопасности автотранспортно-

го комплекса России / Ю.В. Трофименко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12. – № 1-9. – С. 2345-2349.

7. Трофименко, Ю.В. Методические подходы к обеспечению транспортной безопасности в России и странах Европейского Союза / Ю.В. Трофименко // Транспорт Российской Федерации. – 2011. – № 6 (37). – С. 24-29.

8. Патент 2558213 Российская Федерация, МПК E03F 1/00 (2006.01), E01H 15/00 (2006.01), C02F 1/56 (2006.01). Способ очистки загрязненного стока с дорожного полотна автомобильных дорог / Ю.В. Трофименко, А.А. Литманович, Т.Ю. Григорьева, Н.И. Миненков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО МАДИ. – № 2013158955/13; заявл. 31.12.2013; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 21. – 7 с.

9. Trofimenko, Y., Komkov, V., Donchenko, V. Problems and prospects of sustainable low carbon development of transport in Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 177.