

Актуальные направления научных исследований в области «зеленых технологий» для транспорта

Уважаемые коллеги!

Учет актуальных направлений научных исследований в области транспортных «зеленых технологий» является необходимым условием формирования учебных планов и наполнения содержанием рабочих программ дисциплин по направлению «Техносферная безопасность» у нас в МАДИ для того, чтобы выпускники были востребованы на рынке труда и индустриальными партнерами.

Для транспортных объектов и технологий это особенно актуально, т.к. транспортная отрасль находится в активной фазе технологической трансформации.

Можно выделить следующие тенденции развития транспортных объектов и технологий (**слайды 1, 2**)

➤ **Устойчивое низкоуглеродное развитие.** Ожидаемый рост объемов перевозок, численности электрических, автономных транспортных средств обеспечивается взрывным развитием информационно-коммуникационных технологий, трансформирующих транспортную деятельность. Новые вызовы: защита не только природной, но и социальной среды; необходимость управления мобильностью; цифровые двойники водителя, объектов инфраструктуры, придорожных экосистем; безопасность средств индивидуальной мобильности; параметрические загрязнения (ЭМП, шум, теплота); информационная безопасность.

➤ **Увеличение потребления отдельных видов природных ресурсов** из-за трансформации материального баланса в конструкции транспортных средств (литий, никель, кобальт). Экологически приемлемые технологии необходимы на протяжении жизненных циклов объектов транспорта (получение энергии, водорода, утилизация материалов).

➤ **Адаптация к климатическим, демографическим изменениям, обеспечение комплексной (техносферной) безопасности.** Транспортные объекты и технологии должны учитывать климатические изменения, потребности в мобильности и безопасности стареющего общества, маломобильных групп граждан, иметь защиту от ЧС природного, техногенного, социального характера (антитеррор, транспортная дискриминация). ESG-трансформация корпоративного управления для привлечения дополнительных источников финансирования «зеленых» проектов.

➤ **Формирование искусственных природно-технических систем, методов инженерной защиты** (архитектурно-планировочные решения систем защиты, усиление регенерационных свойств компонентов природной среды) для повышения качества жизни и здоровья людей.

Адекватным ответом на указанные тренды, вызовы является расширение проблемного поля инженерной защиты окружающей среды на транспорте при том, что основным критерием эффективности транспортных систем становится не доступность, время перемещения, а качество среды обитания человека (комфорт,

безопасность, экологичность, энергоэффективность, эстетическая привлекательность территории). (слайд 3).

На слайде 4 показаны направления исследований систем управления автономными транспортными средствами: либо полностью автономные, управляемые из единого удаленного центра, либо симбиотические человеко-машинные системы управления, максимально использующие интеллектуальный потенциал водителя при принятии решений. Взаимодействие в салоне между человеком и автомобилем происходит через блок управления: положив руку на центральную консоль, салон «оживает», устанавливается биометрическая связь с водителем.

Движение к автоматизированному вождению и достижения в области ИТС привели к созданию новых систем "человек-транспортное средство-дорога", в которых эмоциональное взаимодействие человека и транспортного средства является решающим фактором, влияющим на приемлемость, безопасность, комфорт и эффективность движения транспортных средств.

Представляется, что эта проблема должна быть в сфере профессиональных интересов инженеров по техносферной безопасности.

Известно, что влияние транспортных IT-технологий на среду обитания человека (слайд 5) связано с:

- электромагнитным загрязнением;
- необходимостью обеспечения информационной безопасности;
- снижением уровня комфорта, безопасности ТС с разным уровнем автономности;
- нарушением привычных навыков транспортного поведения участников дорожного движения;
- враждебностью транспортных средств и технологий для отдельных групп населения из-за роста сложности конструкций ТС, систем управления дорожным движением, мультимодальности, мобильных приложений, когда автомобиль становится «гаджетом на колесах»;
- транспортной дискриминацией и транспортным неравенством;
- отмиранием существующих профессий на транспорте.

Таким образом, перспективные транспортные технологии, направленные на повышение качества среды обитания человека, формируют новую сферу местообитания индивидуума, которая частично или полностью переходит в виртуальное пространство, салон транспортного средства, формируя новые возможности по комфорту и создавая новые опасности для его здоровья, которые необходимо учитывать.

Переходя от одиночных транспортных средств к транспортным потокам и транспортными системам (слайд 6), следует отметить, что устойчивость транспортной системы, т.е. её способность обеспечивать качественное удовлетворение потребностей общества в перевозках при одновременной минимизации негативных воздействий на здоровье населения, экономику и состояние окружающей природной и социальной среды, можно обеспечить только путем **управления мобильностью**.

Известно, что управление мобильностью (**слайд 7**) — это ориентированное на конкретную цель влияние на транспортное поведение путем реализации координационных, информационных, организационных и консультативных мер с привлечением широкого круга специалистов.

Для развития активных способов передвижения в городах, ликвидации транспортных заторов на УДС при существующем или перспективном уровне автомобилизации даже при наличии полностью автономных автомобилей **необходимо научиться управлять мобильностью (транспортным спросом и транспортным поведением) каждого городского жителя в реальном времени, предлагая ему выбор из ограниченного набора стереотипов транспортного поведения, построенных на основе технологически подкрепленных этических норм или правил.**

Необходимо понять, место и востребованность в такой системе координат направления подготовки инженерных кадров по техносферной безопасности.

Встает вопрос: «Что можно отнести к «зеленым» транспортным технологиям в условиях цифровизации?».

По нашему мнению, к ним (**слайды 8, 9**) следует относить технологии, которые генерируют новую природную и социальную окружающую среду, формируют новую сферу местообитания индивидуума, повышая комфорт, безопасность, но и создавая новые опасности для его здоровья. В числе таких технологий:

1. Разработка и внедрение биосферно совместимых и природоподобных технологий очистки воздуха, водоотведения и очистки поверхностного стока, почв и архитектурно-планировочный дизайн их реализации.

2. Продвижение «зеленых» технологий строительства и эксплуатации транспортных объектов, соответствующих требованиям зеленых стандартов.

3. Осуществление энерго- и ресурсосбережения на принципах экономики замкнутого цикла при использовании отходов транспорта (безотходное производство путем формирования экотехнопарков промышленного симбиоза на территориях с развитой транспортной инфраструктурой).

4. Продвижение технологий виртуальной и дополненной реальностей при разработке систем мониторинга выбросов (энергозатрат) в полном жизненном цикле объектов транспорта; технико-эксплуатационных и природно-климатических параметров для непрерывного прогнозирования рисков возникновения ЧС природного, техногенного, социального характера; электромагнитных полей, генерируемых электротранспортом; уровней шума и вибрации.

5. Разработка цифровых двойников придорожных экосистем, средств инженерной защиты окружающей среды для их использования в цифровых моделях транспортных объектов, ИТС.

6. Использование «сквозных» (межотраслевых) природоподобных технологий: робототехнических и мехатронных систем с биологическими возможностями адаптации при разработке систем управления дорожным движением; при очистке воздуха от загрязнителей с использованием фотокатализа; фотоники и создания новых и портативных источников энергии.

7. Разработка конструкций транспортных средств, объектов транспортной инфраструктуры на принципах бионического дизайна и технологий виртуальной и дополненной реальностей при формировании симбиотических человеко-машинных систем управления транспортными средствами, объектами инфраструктуры, функционирующими в реальном масштабе времени.

8. ESG-трансформация транспортных и строительных компаний – дополнительный источник финансирования при реализации «зеленых» транспортных проектов, отвечающих требованиям ПП РФ № 1587.

Наиболее востребованной и популярной на международном и национальном уровнях в последние годы стала климатическая повестка дня из-за введения финансовых механизмов регулирования выбросов ПГ (Парижское соглашение 2015 года), в том числе в транспортном секторе экономики. (слайд 10).

Комплекс мер, принимаемых на разных уровнях для **декарбонизации транспортного сектора** предусматривает:

принятие долгосрочных стратегий низкоуглеродного развития;

установление системы регулирования, стимулирующей развитие экономики с низким уровнем выбросов, включая ценовое регулирование и меры по защите национальных рынков;

международную стандартизацию деятельности в области климата (**инвентаризация выбросов ПГ** и их поглощения, валидация расчетов);

технологическое развитие генерирующих мощностей, энерго- и углеродоёмких производств, повышение энергетической эффективности потребления ресурсов;

переориентацию инвестиционных и финансовых потоков в направлении развития с низким уровнем выбросов парниковых газов с использованием принципов ESG-регулирования.

В этом направлении есть научно-методическая проблема, связанная с инвентаризацией выбросов парниковых газов, других загрязнителей передвижными источниками (автомобилями, внедорожной техникой), так как результаты оценок по разным нормативным методикам (Приказ Минприроды России от 27.05.2022 №371, Распоряжение Росприроднадзора от 13.12.2019 №37-р, приказ Минприроды России от 27.11.2019 № 804 и др.) несопоставимы и отличаются до 5 раз! Мы привели в учебном пособии (есть в открытом доступе по ссылке) обоснование целесообразности использования методики, реализованной в программе COPERT, которую успешно используем в учебном процессе.

Использование адекватной методики инвентаризации выбросов ПГ автомобилями, транспортными потоками, автомобильными парками также необходимо для прохождения процедуры верификации при оценке соответствия критериям проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации (5. Транспорт и промышленная техника), которые утверждены Постановлением Правительства РФ № 1587 (слайд 11), реализуемых на принципах ESG-регулирования деятельности компаний для получения ими налоговых льгот при реализации таких проектов (повышенный коэффициент амортизации, инвестиционный налоговый кредит, льгота по налогу на имущество организаций и

др.). Рассмотрение этих вопросов также нашло отражение в учебном плане по направлению «Техносферная безопасность» в МАДИ.

Далее кратко о трендах и актуальных мероприятиях в традиционных сферах деятельности транспортных инженеров по снижению загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом, которые начали активно внедряться в городах (**слайд 12**). При этом следует отметить, что эффект снижения выбросов ЗВ на УДС при использовании биосферно-совместимых и природоподобных технологий (зеленые насаждения (фотосинтез) и фотокаталитические очистители (фотокатализ) небольшой и не превышает 3,9% (**слайд 13**).

На автомагистралях широко используются методы инженерной защиты населения от транспортного шума, снижения загрязнения поверхностного стока, повышения безопасности диких животных и участников дорожного движения. По данным ГК АВТОДОР, затраты на снижение уровня шума (акустические экраны) при строительстве автомобильных дорог составляют до 45 % общих затрат на охрану окружающей среды; сооружение традиционных ЛОС – до 22%, экодуков (биопереходов мостового типа) – 15-20%. (**слайд 14**). По каждой позиции имеются существенные резервы по сокращению затрат при сохранении требуемой эффективности за счет:

сооружения простейших биоинженерных объектов водоотведения и очистки стока вместо традиционных ЛОС (**слайд 15**);

замены акустических экранов земляными валами, другими препятствиями;

уменьшения коэффициента запаса и оптимизации конструкции биопереходов для диких животных на автомагистралях. (**слайд 16**).

ВЫВОДЫ. (СЛАЙД 17) Разработка и внедрение любых мероприятий по совершенствованию транспортных средств, дорожных объектов, технологий **оказывает влияние на окружающую природную и социальную среду и должно количественно оцениваться.**

Разработка перспективных мер инженерной защиты от негативного воздействия транспорта должна строиться на принципах использования биосферно совместимых и природоподобных (биотических, симбиотических) технологий, повышающих качество среды обитания людей.

Ключевым критерием эффективности транспортных объектов, технологий должно стать обеспечение устойчивости (ресурсо- энергоэффективности, безопасности, качества среды обитания) путем использования «зеленых» технологий.

«Зеленые» транспортные технологии трансформируют природную и социальную окружающую среду, формируют новую сферу местообитания индивидуума, которая частично или полностью переходят в виртуальное пространство, салон транспортного средства, повышая комфорт, безопасность, но и создавая новые опасности для здоровья человека.

Представляется, что в этом направлении необходимо развивать научные исследования в области «зеленых технологий», которые должны стать основой новых учебных планов и программ по направлению «Техносферная безопасность».