

ВКЛАД УЧЕНЫХ МАДИ В РАЗВИТИЕ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

ИВАНОВ Андрей Михайлович – д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе, Московский автомобильно-дорожный государственный университет (МАДИ). E-mail: ivanov-am@madi.ru

Аннотация. В данной статье представлены значимые достижения ученых МАДИ, показано их влияние на развитие автомобильно-дорожного комплекса страны. Особое внимание уделено результатам научно-исследовательской деятельности кафедр строительной механики, автомобилей, транспортной телематики, электротехники и электрооборудования.

Ключевые слова: научные исследования, инновационные технологии, автомобильно-дорожный комплекс, научные школы

Образовательная и исследовательская деятельность научно-педагогических работников МАДИ связана с функционированием автомобильно-дорожного комплекса страны, регионов, отдельных городов и предприятий. Как технический университет, МАДИ в полной мере отвечает потребностям общества и государства в многоуровневой системе подготовки кадров, готовых к решению задач в этой области.

Значимые результаты получены и научным коллективом вуза. Своими многолетними исследованиями наши ученые способствовали повышению экономичности, надежности и экологичности отечественных автомобилей и двигателей, повышению межремонтных пробегов, уменьшению трудоемкости и повышению качества технического обслуживания и ремонта. Университетом внесен крупный вклад в обеспечение научной организации автомобильных перевозок и безопасности движения. Проведены важные исследования в области совершенствования конструкций машин и оборудования для дорожного строительства. Разработаны технологии и оборудование для повышения эксплуатационных свойств транспортной техники. Выполнен большой комплекс работ по совершенствованию проектирования и технологии строитель-

ства автомобильных дорог, по внедрению автоматизированного проектирования, развитию теории надежности при расчете дорожных одежд, улучшению качества дорожно-строительных материалов, совершенствованию методов испытаний и оценки транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог и аэродромов, изучению возможностей применения отходов промышленности в дорожном строительстве. Выполнены фундаментальные ра-



боты по важнейшим государственным научно-техническим программам в области транспорта.

Для координации научных исследований, повышения качества их выполнения, создания условий для привлечения высококвалифицированных специалистов извне в составе университета созданы научно-исследовательские институты: энергоэкологических проблем автотранспортного комплекса (НИИ ЭПАК); механики и проблем качества (НИИ МиПК); проблем автомобильного транспорта (НИИ ПАТ); проблем дорожной отрасли (НИИ ПДО); материалов и конструкций (НИИ МК); естественных наук (НИИ ЕН); профессиональной оценки активов автотранспортного комплекса (НИИ ПОААТК); проблем развития высшего профессионального образования (ИПРВПО); технологии, стандартизации и сертификации ДСМ (НИИ ТССДСМ).

Основными направлениями научно-исследовательской деятельности в последнее пятилетие стали следующие:

- научное и методическое обеспечение образовательного процесса по направлениям и специальностям университета, оценка качества выпуска и трудоустройства;
- решение экологических проблем автотранспортного комплекса и дорожного хозяйства, экономия традиционного топлива, конструирование энергетических установок на альтернативных видах топлива;
- разработка инновационных технологий в сфере организации и безопасности движения на основе средств транспортной телематики, глобальных навигационных систем и интеллектуальных информационных систем;
- совершенствование методов проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов, мостов и тоннелей, других транспортных сооружений для повышения безопасности движения, их долговечности и надежности;

- создание инновационных инструментов оценки эксплуатационного состояния транспортных сооружений;

- разработка технологий и оборудования, повышающих эксплуатационные характеристики автотранспортной и дорожно-строительной техники;

- исследование логистических методов управления на автомобильном транспорте и в дорожном хозяйстве.

Актуальные научные исследования проводятся сотрудниками кафедр всех факультетов МАДИ. Отметим работу некоторых из них.

Кафедра строительной механики дорожно-строительного факультета является основой научной школы МАДИ по исследованиям в области строительной механики машин и конструкций. На базе кафедры созданы организационные структуры («НИИ механики и проблем качества», «Центр Компетенции MSC Software – MADI»), которые совместно с ней образуют научно-учебный центр (НОЦ) по проблемам надежности и безопасности в автомобильно-дорожном комплексе. Кафедру и научную школу уже в течение 30 лет возглавляет заслуженный деятель науки и техники РФ, д. т. н., профессор И.В. Демьянушко. Исследования научно-педагогических работников и студентов кафедры ведутся в области численных методов расчетного анализа поведения автотранспортных средств в дорожных условиях, совершенствования методов расчета многослойных дорожных покрытий, конструкций обустройства дорог, элементов автотранспортных средств, в частности колес автомобилей. Предлагаемые методы характеризуются учетом пространственных конфигураций конструкций, использованием аппарата численных методов нелинейного анализа напряженно-деформированного состояния на основе метода конечных элементов, использованием современных моделей материалов, в том числе композитных структур. Отличительной чертой деятель-

ности научной школы является тщательная верификация численных решений с использованием лабораторного и натурного экспериментов. К числу впервые решенных практически важных задач относятся: разработка методов численного анализа многослойных дорожных одежд с учетом нелинейного поведения материалов слоев, влияния климатических условий и эксплуатационного нагружения и разработка метода численного симуляционного моделирования наезда автомобилей на дорожные препятствия (в частности, на дорожные ограждения), которые были внедрены в виде отраслевых методик-стандартов в дорожно-строительной отрасли. На основе проектно-расчетных исследований, проведенных научной школой строительной механики, внедрены инновационные конструкции тросовых дорожных ограждений безопасности, уже установленные на федеральных дорогах России. За эту работу коллектив НИИ механики был удостоен «Национальной премии в области безопасности дорожного движения» за 2014 г. Методики расчета колес автотранспортных средств и методы сертификационных испытаний колес являются сегодня эталонами в автомобильной промышленности.

Кафедра развивает вычислительную базу для решения сложных численных задач на базе Центра Компетенции MSC Software – MADI; при этом используются связи с предприятиями-разработчиками программного обеспечения, где организуется обучение студентов всех уровней. Открытие на базе кафедры магистратуры по строительной механике позволит готовить кадры по этому направлению для вуза и предприятий отрасли.

Отдельного внимания заслуживает кафедра теоретической механики конструкторско-механического факультета, которая уже более 60 лет ведет научные исследования в области ровности автомобильных дорог, колебаний и устойчивости движения автотранспортных средств. Те-

оретические и экспериментальные исследования, выполненные в разные годы, привели к созданию нового направления в теории движения автомобиля – изучение комплекса «дорога – шина – автомобиль – водитель» в качестве замкнутой системы автоматического управления с помощью теоретико-вероятностного подхода. Кроме того, на кафедре накоплен огромный опыт в области моделирования колебаний автомобилей различного типа, включая многоосные средства специального назначения. Здесь впервые в стране создан прибор для записи микропрофиля дорожной поверхности и оценки ее ровности, позволяющий получать данные, на основе которых оценивается ровность дорожной поверхности с использованием современных отечественных и зарубежных критериев ровности, определяется качество выполнения дорожно-строительных работ в процессе строительства путем ведения послойного контроля и проводится оценка технического состояния эксплуатируемых дорог. Лаборатория кафедры многократно выполняла работы по оценке ровности вновь построенных и эксплуатируемых дорог; в 2012 г. она была привлечена к работе по оценке качества укладки нижнего слоя покрытия гоночной трассы «Moscow Raceway», проводила послойный контроль ровности при строительстве нового выхода на МКАД федеральной автомобильной дороги М-1 «Москва – Минск» с выработкой оперативных рекомендаций по улучшению ведущегося дорожного строительства.

На основе накопленного статистического материала по заданию ФДА Росавтодор были разработаны: стандарт СТО МАДИ 02066517.1-2006 «Дороги автомобильные общего пользования. Диагностика», в котором нормируется порядок определения продольного микропрофиля дорожной поверхности и международного показателя ровности IRI; проект межгосударственного стандарта для таможенного союза «До-

роги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения ровности».

Сотрудники кафедры участвовали в организации дорожных лабораторий АДС-МАДИ по заказу Правительства г. Москвы. В результате этой работы выданы патенты на полезную модель № 79109 «Передвижная лаборатория мониторинга улично-дорожной сети» и на изобретение № 2373324 «Способ осуществления мониторинга улично-дорожной сети посредством передвижной дорожной лаборатории и функциональный комплекс для его осуществления». Ученые принимали активное участие в разработке динамического испытательного стенда карусельного типа для исследования износа дорожных покрытий и шин автомобилей в различных погодных условиях. В результате этой работы выдан патент на полезную модель № 96657 «Испытательный комплекс для исследования физико-механических характеристик дорожных покрытий».

В рамках общеуниверситетского проекта «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров в области снижения риска и уменьшения последствий природных и техногенных катастроф» предполагается участие работников кафедры в создании автобусного тренажера с высоким уровнем адекватности воспроизведения реального окружения водителя, имитацией визуальной обстановки и возникновении конфликтных ситуаций на городском пассажирском транспорте.

На кафедре автомобилей (факультет автомобильного транспорта) ведутся работы в области алгоритмизации управляемого движения автомобиля на сложной трассе. Этот алгоритм входит в комплекс программного обеспечения самоуправяемого автомобиля. Целью работы является повышение устойчивости и управляемости автомобиля и, в частности, оптимизация параметров с учетом возможностей чело-

века-оператора (водителя) и внедрение технических устройств, выполняющих различные действия по управлению движением автомобиля. Одним из направлений работы в этой области является повышение активной безопасности путем использования на автомобиле специализированных автоматизированных систем управления курсовым движением, действующих параллельно с традиционными способами управления.

Коллективом кафедры транспортной телематики (факультет автомобильного транспорта) издано несколько внутривузовских учебно-методических пособий, опубликованы десятки статей, выпущен учебник для вузов «Информационные технологии на автомобильном транспорте». В 2014 г. по грантам для преподавателей выполнены научно-исследовательские работы на темы: «Исследование возможностей использования технологии высокоскоростной связи с подвижными объектами Dedicated Short Range Communication (DSRC) для контроля проезда автомобильного транспорта по участкам автомобильных дорог» (профессор В.М. Власов); «Исследование возможностей использования спутниковых навигационных технологий при организации приоритетного проезда через регулируемый перекресток, контролируемый автоматизированной системой управления дорожным движением» (доцент В.Н. Богумил). По грантам для аспирантов велась тема «Разработка методики формирования статистических оценок параметров транспортного потока на участках улично-дорожной сети, ограниченных регулируемыми перекрестками, на основе обработки телематической информации от транспортных средств городского пассажирского транспорта» (аспирант А.Ю. Щербаков). За последние пять лет успешно защищено четыре кандидатских и две докторских диссертации. В настоящий момент на кафедре работают восемь аспирантов.

Коллективом кафедры активно разви-

ваются новые направления в области использования средств и технологий транспортной телематики, геоинформационных систем, информационных, телекоммуникационных и спутниковых навигационных технологий на транспорте. Следует отметить, что одной из наиболее важных задач транспортной системы России является обеспечение максимальной эффективности функционирования транспортно-дорожного комплекса страны путем повышения качества удовлетворения потребностей экономики и населения в безопасных и эффективных транспортных услугах. Реализация задачи обеспечения требуемой мобильности населения возможна за счет двух взаимно дополняемых направлений деятельности – строительства новых участков дорог и внедрения технологий организационного управления транспортной системой с использованием современных информационно-телекоммуникационных и телематических технологий. Одним из решений является так называемая Интеллектуальная транспортная система (ИТС), объединяющая в единый технический и технологический комплекс подсистемы организации дорожного движения, обеспечения безопасности дорожного движения, а также предоставление информационного сервиса для участников дорожного движения и потенциальных субъектов транспортного процесса. С целью повышения эффективности выполняемых работ в декабре 2011 г. по инициативе кафедры было создано ООО «Малое инновационное предприятие “МАДИ – Комплексные Интеллектуальные Транспортные Системы”». Основными задачами предприятия как функционального подразделения МАДИ являются: развитие современной транспортной науки, техники и технологий посредством научных исследований и другой научно-технической деятельности научно-педагогических работников и обучающихся, подготовка научно-педагогических работников высшей квалификации.

Отсутствие комплекса управления транспортными потоками (ТП) в крупных городах, а также неспособность улично-дорожной сети (УДС) справиться с поступающим на неё ТП ведет к необходимости создания комплексной системы информирования участников дорожного движения с целью перераспределения ТП на смежные участки УДС как с помощью элементов внешней инфраструктуры, так и с помощью персональных устройств. Мировой опыт показывает, что одним из наиболее эффективных средств управления мотивацией водителей транспортных средств является информирование участников дорожного движения посредством сети динамических информационных табло (ДИТ). При этом необходимо отметить, что региональная специфика является ключевым фактором, отличающим аналоги различных стран. Оказывается, политика информирования, базирующаяся на особенностях психофизиологии участников дорожного движения, в каждой стране уникальна. В рамках данного направления в МАДИ на кафедре организации и безопасности движения (факультет управления) ведется разработка методических основ формирования информационных сообщений с учетом специфики психофизиологии восприятия российских водителей, с апробацией в рамках полигонных условий на реальных экземплярах ДИТ.

Ещё одним немаловажным фактором развития Интеллектуальных транспортных систем является управление светофорными объектами. Целью данной работы является создание подсистемы светофорного регулирования, способной в зависимости от параметров ТП изменять длину фазы светофорных объектов, создавать «зеленую волну» с целью увеличения пропускной способности УДС и снижения риска возникновения транспортных заторов.

В рамках направления «развитие транспортных средств» все большую популярность в мире получают такие средства бес-

печения безопасности дорожного движения, как бортовые комплексы информирования водителей о различных транспортных происшествиях, а также системы предупреждения столкновений во время перестроений или обгонов. Целью внедрения систем межбортового взаимодействия, а также взаимодействия бортового оборудования автомобиля с дорожной инфраструктурой является повышение активной безопасности за счет раннего распознавания аварийных ситуаций и принятия мер по избеганию аварии (информирование водителя или торможение в автоматическом режиме), а также сокращение заторов за счет передачи данных о сигналах светофоров и затруднениях на маршруте. На данный момент в РФ действует федеральный закон № 196 «О безопасности дорожного движения». В дополнение к нему необходимо разработать «Закон об ИТС», который бы легализовал разработку и применение локальных проектов, подсистем и элементов ИТС. Для реализации данной задачи Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) на базе МАДИ создан Технический Комитет по ИТС (ТКС7), который включает в себя семь Подкомитетов, обеспечивающих разработку, техническое сопровождение и рецензирование Государственных стандартов по ИТС, начиная с требований к терминологии в области ИТС и архитектуры ИТС и заканчивая бортовыми интеллектуальными системами автомобилей. В рамках данной деятельности по заказу Федерального дорожного агентства на текущий момент в МАДИ совместно с ТКС7 разработано и введено в действие несколько ОДМ и ГОСТ Р, один из которых вносит изменения в действующий национальный стандарт. Значительную работу по данным направлениям МАДИ выполняет в инициативном порядке за счет собственной системы выделения грантов. Все это говорит об эффективном взаимодействии МАДИ с российскими и общемировыми научными сообще-

ствами в рамках обеспечения безопасности дорожного движения с применением компонентов интеллектуальных транспортных систем.

Одно из основных направлений научной деятельности *кафедры электротехники и электрооборудования* энерго-экологического факультета – «Разработка перспективных технических решений по созданию экономичных и экологически чистых энергетических установок для транспорта и электроэнергетики». К другим не менее важным направлениям деятельности данной кафедры следует отнести следующие:

- исследование и разработка электрооборудования и электронных систем управления современным автомобилем;
- совершенствование технологий производства изделий автотракторного электрооборудования;
- исследование и разработка систем диагностирования автомобильного оборудования.

По указанным направлениям сотрудники кафедры активно занимаются научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими разработками, участвуют в конкурсах Минобрнауки и Минпромторга РФ, имеют научный задел, полученный в том числе при выполнении проектов в рамках федеральных и ведомственных целевых программ. Кафедра входит в состав координационного совета Технологической платформы «Экологически чистый транспорт «Зеленый автомобиль»», созданной по инициативе Министерства промышленности и торговли РФ; в ее сферу деятельности входит разработка и создание автомобилей и объектов инфраструктуры для их эксплуатации. Получены методики, средства и инструментарий для расчетных и экспериментальных исследований, проектирования электрических автотранспортных средств, а также компонентов тяговых и энергетических систем. Результаты защищены несколькими патентами. В качестве отдельных достижений следует от-

метить изготовленные экспериментальные образцы тягового и энергетического оборудования, в том числе:

- ♦ оборудование для системы индивидуального привода ведущих колес транспортного средства, включающее колесную пару с механически независимыми движителями и блок управления энергетическими потоками привода движителей;

- ♦ экспериментальный образец унифицированного электроэнергетического модуля с комбинированным источником энергии (двигатель-генераторной установкой и электрическими накопителями), предназначенный для использования в составе когенерационных установок для электро- и теплоснабжения автономных потребителей и обеспечивающий стабильность и высокое качество (синусоидальность) выходного напряжения;

- ♦ в 2016 г. должен быть разработан и изготовлен экспериментальный образец электромобиля, конвертированного на базе легкового автомобиля и отличающегося высокими тягово-динамическими характеристиками, оптимизированными эксплуатационными показателями, а также перспективностью в отношении дальнейшего коммерческого развития проекта и формирования/привлечения внимания со стороны конечных потребителей, в том числе частного сектора экономики.

В рамках реализации модели проектно-ориентированного обучения в 2015 г. в университете стартовал всемирно известный проект «Формула-Студент», где учащиеся самостоятельно ставят перед собой и реализуют инженерные задачи. При этом изменяется позиция преподавателей: из носителей готовых знаний они превращаются в кураторов познавательной и научно-исследовательской деятельности. Стартуя каждый год в сентябре, к лету проект завершается «боеспособным» прототипом

гоночного автомобиля, созданным по строгим международным правилам. В ходе выполнения проекта учащиеся сталкиваются с реальными техническими, социальными и экономическими проблемами. Следует отметить, что конкуренция с международными командами стимулирует участников к внедрению новых технических и технологических решений, в том числе патентно пригодных. Серия проектов Formula Student (Formula SAE) хорошо зарекомендовала себя по всему миру, доказав свою высокую эффективность. Их инженерная и научно-исследовательская направленность позволяет студентам показывать высокие результаты в изучении двигателей внутреннего сгорания, технологии конструкционных материалов, проектировании систем для транспортных средств с электроприводом и др. Общемировая тенденция к развитию энергоэффективного транспорта способствовала появлению в МАДИ уникальных для нашей страны команд: Формула Гибрид, Formula Electric и Shell Eco Marathon. Студенческие команды успешно решают здесь задачи создания гибридной и электрической силовой установки с функциями рекуперации энергии (торможение электроприводом вместо тормозных колодок) и электрического дифференциала с микропроцессорным управлением. Для болида Shell Eco Marathon производились математические исследования аэродинамических качеств транспортного средства с одновременным уменьшением его массы.

В целом можно констатировать рост процента дипломных выпускных работ, написанных студентами на основании собственных теоретических и экспериментальных данных, полученных в рамках работы над проектами. Большинство из них воплощены в реальные опытные образцы.

Статья поступила в редакцию 22.09.15.

CONTRIBUTION OF MADI SCIENTISTS TO INNOVATIVE DEVELOPMENT
OF THE AUTOMOBILE AND ROAD COMPLEX OF RUSSIA

IVANOV Andrey M. – Dr. Sci. (Technical), Prof., Vice Rector on scientific work, Moscow State Automobile and Road Construction Technical University, Moscow, Russia. E-mail: ivanov-am@madi.ru

Abstract. The article represents the significant achievements and contribution of scientists of Moscow State Automobile and Road Construction Technical University (MADI) in development and improvement of the automobile and road complex in Russia. The article dwells on the areas of research activities of the chairs of constructional mechanics, theoretical mechanics, automobile transport, and transport telematics. One of the university achievements is creation of Intellectual Transport System combining in an integral complex the subsystems of traffic arranging, road safety, and information service for traffic participants.

Keywords: achievements, scientific researches, innovative technologies, automobile and road complex, scientific schools, Intellectual Transport System

The paper was submitted 22.09.15.

20 ЛЕТ СОТРУДНИЧЕСТВА С IGIP

СОЛОВЬЕВ Александр Николаевич – д-р пед. наук, декан факультета довузовской подготовки, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ). E-mail: soloviev@pre-admission.madi.ru

Аннотация. На примере сотрудничества МАДИ с IGIP анализируются пути вхождения российского инженерного образования в мировое образовательное пространство. Показана роль МАДИ в становлении инженерной педагогики и вклад Российского мониторингового комитета (РМК) IGIP, действующего на базе университета, в создание сети сертифицированных центров инженерной педагогики и в развитие международной интеграции инженерного образования.

Ключевые слова: инженерное образование, инженерная педагогика, Международное общество по инженерной педагогике (IGIP), А. Мелецинек, Российский мониторинговый комитет, Центр инженерной педагогики IGIP, интеграция образования

Введение

При создании в 1972 г. Международного общества по инженерной педагогике (IGIP) профессор Университета города Клагенфурта А. Мелецинек руководствовался следующими соображениями. Справедливо полагая, что выпускники технических вузов не обладают достаточными педагогическими знаниями и навыками, он считал их неспособными достойно преподавать в таких вузах. Однако очевидно, что и выпускники педагогических вузов, не имеющие профессиональных знаний в области инже-

нерии, не могут быть преподавателями в этой области. Выход был найден в разработке специального раздела профессиональной педагогики – так называемой инженерной педагогики – и в организации соответствующей инфраструктуры. А. Мелецинек является автором книги «Инженерная педагогика», которая переведена на многие языки и издана во многих странах. По сути дела, ее можно считать первым учебником для преподавателей технических вузов, где изложены необходимые сведения по методике преподавания, психологии, организации