

## От танков до планетоходов

© В.Н. Наумов, Е.Б. Сарач

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Изложена история развития кафедры СМ-9 «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Отмечены ключевые этапы становления кафедры, научные школы, основные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы кафедры за последние годы.*

**Ключевые слова:** гусеничные машины, трансмиссия, механизм поворота, мобильные роботы, крутильные колебания.

Кафедра гусеничных машин, как и многие кафедры МВТУ, связанные с оборонной промышленностью, была образована незадолго до войны в 1938 г. Руководителем кафедры был назначен выдающийся ученый и конструктор, практически основоположник теории и расчета танков Михаил Константинович Кристи, которому было тогда 48 лет. К тому времени Михаил Константинович имел опыт работы с гусеничной техникой



**Основатель кафедры гусеничных машин МВТУ им. Н.Э. Баумана  
Михаил Константинович Кристи**

в Научном автотракторном институте (НАТИ) и Военной академии механизации и моторизации — будущей Академии бронетанковых войск (АБТВ), и главное — обладал авторитетом ученого и конструктора, что не замедлило сказаться на практических результатах. В 1945 г. коллектив преподавателей и инженеров кафедры под руководством М.К. Кристи по заданию Наркомата танковой промышленности разработал новый танковый агрегат — первую планетарную трансмиссию с бесступенчатым механизмом поворота, получившую наименование «ЗК» (по фамилиям руководителей работ Г.И. Зайчика и М.К. Кристи). Она была изготовлена и испытана на Кировском заводе. Агрегат одобрили специалисты и руководство страны, и в 1946 г. М.К. Кристи стал лауреатом Сталинской премии.

С окончанием войны в коллектив кафедры влились фронтовики — выпускники кафедры и молодые, но опытные производственники: Н.А. Забавников, Б.А. Пылов, А.А. Полежаев, С.И. Леонов, В.И. Красеньков, что позволило наряду с высоким уровнем подготовки инженерных кадров проводить большую научно-исследовательскую работу совместно с головным институтом отрасли в Ленинграде ВНИИтрансмаш, АБТВ, военными НИИ в Бронницах и Кубинке. По заданию ВНИИтрансмаш на кафедре был спроектирован и изготовлен уникальный стенд для исследования динамических нагрузок в трансмиссиях гусеничных машин. Исследования, проведенные на этом стенде, обеспечили решение важной задачи, связанной с крутильными колебаниями в гидромеханических трансмиссиях, — фильтрации и демпфировании крутильных колебаний в гидромуфтах и гидротрансформаторах.

Совместно с Мытищинским ОКБ, возглавляемым нашим выпускником Н.А. Астровым, проводилась работа по созданию и исследованию бесступенчатого фрикционного механизма поворота для гусеничной машины.

Большая группа инженеров и аспирантов кафедры во главе с Б.А. Пыловым и Ю.И. Ловцовым начиная с 1962 г. длительное время работала над созданием и изготовлением оригинальной гидрообъемной трансмиссии для колесного трактора К-700 Кировского завода. В итоге были разработаны два варианта такой трансмиссии: с одним и двумя ведущими мостами. За эти разработки авторы получили патенты в США, Великобритании и ФРГ. Накопленный опыт позволил названной группе в дальнейшем представить проекты гидрообъемных трансмиссий для многоприводных автомобилей Брянского завода и среднего танка. Эта была работа на уровне мировых достижений того времени, ее результаты опережали технологические возможности отечественной промышленности, но вместе с тем дали толчок к использованию гидрообъемных передач в отечественном транспортном машиностроении.



**Главный конструктор «Лунохода-1»  
Александр Леонович Кемурджиан**

Под руководством профессора В.А. Иванова получило развитие направление по исследованию влияния крутильных колебаний в трансмиссиях на их прочность и долговечность. В условиях воздействия реальных динамических нагрузок вели исследования будущие профессора А.А. Полунгян и Р.К. Вафин.

С 1966 г. сотрудники кафедры были вовлечены в совершенно новое дело — создание роботизированных комплексов по исследованию других планет. Дело в том, что незадолго до этого, в 1963 г., по поручению С.П. Королёва в головном НИИ нашей отрасли был создан отдел под руководством выпускника кафедры А.Л. Кемурджиана для изучения возможностей проектирования принципиально нового транспортного средства, способного передвигаться по поверхностям Луны и других планет без присутствия человека на борту. А.Л. Кемурджиан предложил кафедре участвовать в этой работе, для чего была организована научная группа под руководством профессора Н.А. Забавникова, в которую вошли молодые инженеры — выпускники кафедры: В.Н. Наумов, Ю.Л. Рождественский, Б.П. Назаренко, К.Ю. Машков, В.Е. Харитонова. Они принимали непосредственное участие в разработке и исследовании движителей планетоходов. Для этого сначала был спроектирован, изготовлен в МВТУ и собран на кафедре оригинальный стенд для проведения экспериментальных работ по оценке и выбору колесных и гусеничных движителей для луноходов и марсоходов. Стенд имел грунтовой канал, в который засыпался аналог лунного грунта, предложенный сотрудниками кафедры (смесь песка с маслом в определенной пропорции).

Испытания проводились для прямолинейного движения колес и в режимах бортового поворота, поскольку именно такой поворот был выбран для колесных луноходов. Одновременно велись обширные теоретические исследования, которые воплотились в одну докторскую и шесть кандидатских диссертаций. В результате была создана научная школа по оценке взаимодействия движителей с опорным основанием, получившая признание среди ученых страны.

За последние годы стенд пережил свое второе «рождение». Он стал более современным: заменены многие его узлы и детали, поставлено новое оборудование для управления и информатизации. Модернизация стенда осуществлена по инициативе нашего молодого ассистента Д.А. Чижова, который на основе результатов экспериментов, полученных на обновленном стенде, в конце 2012 г. защитил кандидатскую диссертацию. В настоящее время Д.А. Чижов продолжает совершенствование стенда, востребованного для проведения экспериментальных работ не только на нашей, но и на дружественных кафедрах: СМ-10 и СМ-7.

После создания заведующим лаборатории Ю.Н. Дроздовым уникального стенда для исследования вопросов трения и износа трибологическое направление продолжали С.И. Красавин, В.А. Вартамян, Е.Г. Юдин. В 2010 г. под редакцией Ю.Н. Дроздова вышла солидная (более 600 страниц) монография «Прикладная трибология (трение, износ, смазка)».

После Чернобыльской трагедии на базе студенческого конструкторского бюро факультета «К» начало работать Специальное проектно-конструкторское бюро (СПКБ) по мобильным роботам, которое возглавил выпускник кафедры, кавалер орденов «Знак почета» и Мужества канд. техн. наук А.Ф. Батанов, а научным руководителем долгое время был профессор Н.А. Забавников.

Под руководством Н.А. Забавникова значительное время работала группа по исследованию аккумуляторов энергии для военной техники, на базе материалов которого В.А. Корсунский защитил диссертацию. Затем В.А. Корсунский работал в СПКБ, а в настоящее время преподает на кафедре.

Традиционно сильное научное направление кафедры — исследование трансмиссий гусеничных и колесных машин — после смерти заведующего кафедрой профессора В.И. Красенькова возглавил доцент С.А. Харитонов. Задаче создания автоматических коробок передач для отечественного автопрома, а также гибридных трансмиссий посвящена его работа на «дочернем» предприятии НАМИ — ОАО «КАТЕ», созданного при непосредственном участии выпускника и преподавателя

кафедры М.В. Нагайцева. Сотрудниками данного предприятия в основном являются выпускники кафедры.

Наряду с исследованиями трансмиссий на кафедре благодаря работам В.Г. Брекалова и Г.О. Котиева возродились активные исследования по подрессориванию транспортной техники. Сотрудничество с военными институтами отрасли принесло свои плоды: защитил докторскую диссертацию Г.О. Котиев, который с 2003 г. возглавил кафедру СМ-10, стали кандидатами технических наук преподаватели кафедры М.Г. Дядченко, Н.О. Гаврин, Д.В. Зорин, которые, к сожалению, ушли из МГТУ им. Н.Э. Баумана. Направление подрессоривания продолжил развивать один из авторов настоящей статьи доктор наук Е.Б. Сарач, закончивший МГТУ в 1999 г. Сейчас Е.Б. Сарач фактически возглавляет всю научную работу кафедры, активно работает с двумя аспирантами над диссертациями, является ученым секретарем диссертационного совета по нашей специальности.

В годы резкого спада промышленного производства и военной науки кафедра под руководством Е.Г. Юдина продолжала опытно-конструкторские разработки. Так, были спроектированы и изготовлены опытные образцы тракторов для фермеров и лесников по базе агрегатов бронетранспортера БТР-60П. Следующей разработкой конверсионного типа стал мобильный универсальный комплекс (МУК-1) — кран-экскаватор на базе боевой машины пехоты (БМП-1). Совместно с Борисовским танкоремонтным заводом, где кафедра долгое время проводила летнюю практику студентов, были изготовлены образцы таких машин. По заданию нефтяников был реализован проект мобильного транспортного средства для работы в труднопроходимых местах (для ремонта и обслуживания нефтяных и газовых трубопровода и скважин). В короткий срок был спроектирован «Форвардер» — средство для погрузки-разгрузки и транспортировки сортамента. Кроме того, проект кафедры стал победителем в городском конкурсе по созданию отечественного шоссейного разметчика. В проектировании участвовали инженеры, преподаватели и даже студенты, а опытный образец изготовили на предприятии «Союз».

В 1990-е годы во ВНИИ стали быть официально организован филиал кафедры по специализации «Комплексные средства защиты» во главе с ее выпускником профессором В.А. Григоряном, где проводились научные исследования по закрытой тематике. Главное же в том, что здесь регулярно 5–12 дипломников проходят преддипломную практику и делают дипломные проекты по тематике института. В 2007 г. на кафедре совместно с НИИ стали выпущена книга «Защита танков». В последние годы из-за реорганизации НИИ связь кафедры с ним несколько ослабла,

хотя по-прежнему Государственная аттестационная комиссия выезжает в институт для приема дипломных работ и проектов.

Все более тесные связи устанавливаются у нас с кафедрой СМ-7. Совместно разрабатывается перспективная программа по робототехнике, целый ряд работ по созданию образцов выполнены с участием сотрудников обеих кафедр, а заведующие кафедр СМ-7 и СМ-9 входят в состав президиума Межведомственного координационного научно-технического совета (МКНТС) при Минобороны России.

В начале 2000-х годов на кафедре под руководством Г.О. Котиева и М.В. Нагайцева был создан научно-технический отдел СМЗ-6, существовавший до 2005 г. За время его работы был выполнен ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по заказу Главного автобронетанкового управления (ГАБТУ) Минобороны России, в основном связанные с созданием мультиплексных систем для объектов автобронетанковой техники. Одной из них является опытно-конструкторская работа (ОКР) «Ободок-1 “Бортовой вычислительный комплекс для исследований и испытаний трансмиссий с электронными системами управления”». Следует также отметить научно-исследовательскую работу (НИР) «Гараж-2.4 “Разработка дизель-электрической силовой установки, электронной мультиплексной системы управления и диагностики и гидропневматической подвески для унифицированных семейств армейских многоцелевых автомобилей нового поколения”», выполненной по заказу ГАБТУ совместно с ОАО «УАЗ» в 2004–2005 гг. В результате НИР была создана гибридная электротрансмиссия для автомобиля УАЗ-2970 и определены принципы проектирования и управления такими трансмиссиями (рис. 1, 2).

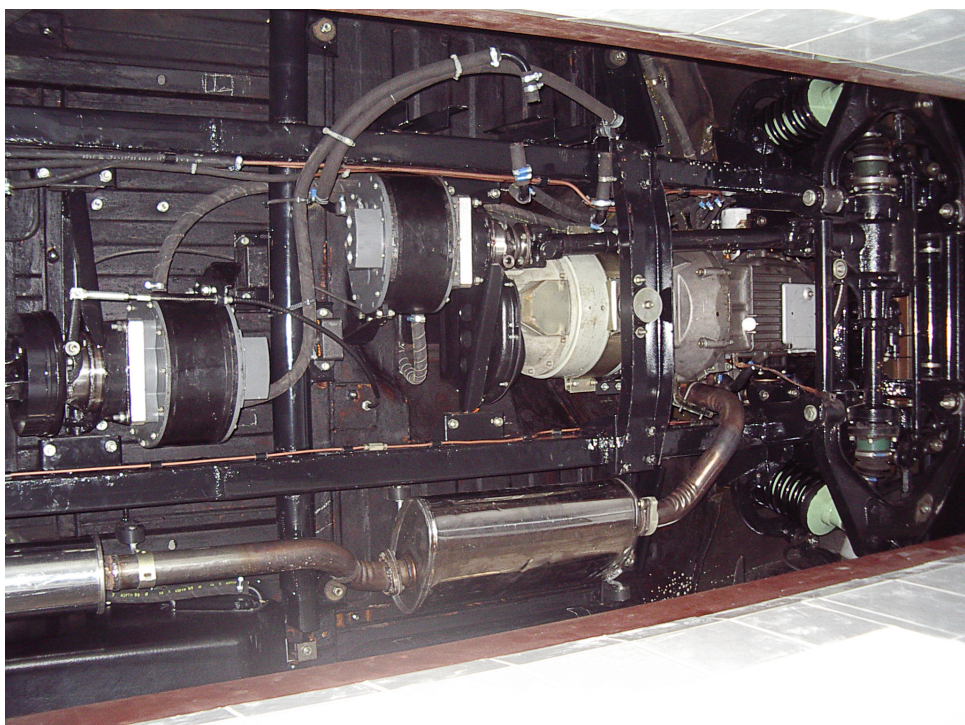
В 2004 г. была основана компания по проектированию и производству автоматических коробок передач ОАО «КАТЕ». Ее генеральным директором стал выпускник нашей кафедры М.В. Нагайцев, а подавляющее большинство инженеров составили выпускники и студенты кафедр СМ-9 и СМ-10. Одной из главных предпосылок к ее созданию явилась основанная М.К. Кристи на нашей кафедре научная школа теории анализа и синтеза планетарных и многопоточных передач.

В короткие сроки инженерами компании КАТЕ были разработаны трансмиссия F703, предназначенная для эксплуатации на современных автомобилях малого и среднего классов с поперечным расположением силовой установки и максимальным моментом двигателя до 175 Нм (рис. 3), а также трансмиссия R608 для задне- и полноприводных автомобилей с продольным расположением силовой установки и максимальным моментом двигателя до 300 Нм (рис. 4).

Особенностью трансмиссии F703 является отсутствие в ее составе гидротрансформатора. Старт и плавные переключения осуществляются

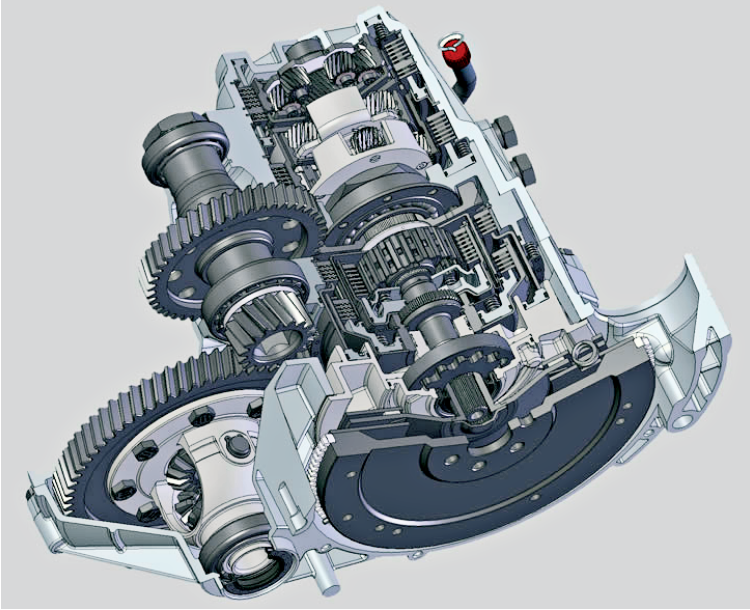


**Рис. 1.** Гибридный автомобиль УАЗ-2970

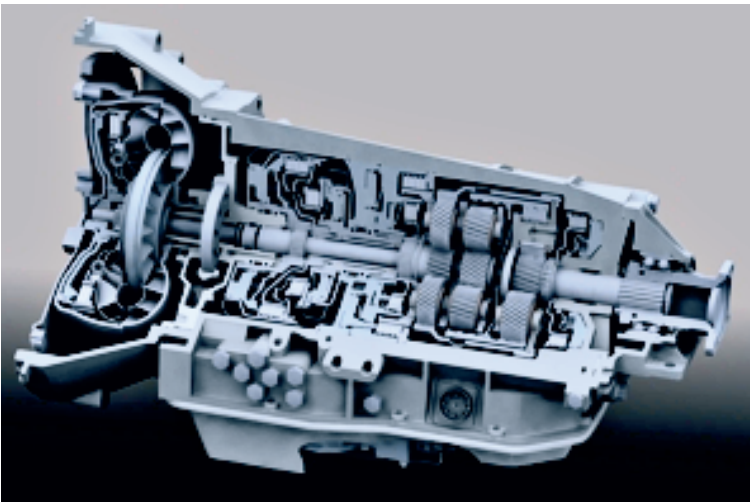


**Рис. 2.** Электротрансмиссия гибридного автомобиля УАЗ-2970

за счет скольжения в фрикционных элементах управления и программной корректировки в блоке управления двигателем. Трансмиссия F703 разработана на основе уникальной кинематической схемы, синтезированной с помощью созданного на нашей кафедре программного комплекса синтеза кинематических схем трехступенных планетарных коробок передач. Она реализует семь передач переднего хода и имеет широкий кинематический диапазон ( $d = 6,723$ ), что позволяет более рационально использовать возможности двигателя за счет достижения

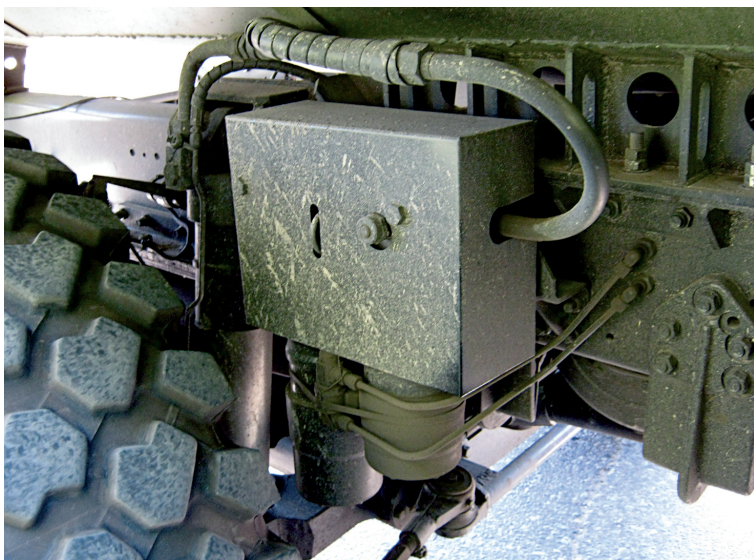


**Рис. 3.** Автоматическая трансмиссия F703



**Рис. 4.** Автоматическая коробка передач R608





**Рис. 5.** Двухуровневая гидропневматическая подвеска автомобиля  $6 \times 6$  полной массой 22 т

приемлемых динамических показателей без ухудшения топливной экономичности и увеличения объема вредных выбросов.

Для проектирования шестиступенчатой автоматической гидромеханической коробки передач R608 также была использована оригинальная трехступенная кинематическая схема, в синтезе которой участвовали сотрудники нашей кафедры.

В настоящее время инженеры компании КАТЕ проектируют девятиступенчатую автоматическую трансмиссию, обладающую четырьмя степенями свободы. В разработке методики и программного комплекса синтеза кинематических схем таких коробок передач активное участие принимают и сотрудники нашей кафедры.

Компания КАТЕ старается охватить большое количество направлений и течений в сфере проектирования трансмиссий, к которым относятся гибридные трансмиссии. В разработке таких трансмиссий не последнюю роль играют выпускники нашей кафедры.

В 2010–2011 гг. кафедра СМ-9 совместно с кафедрой СМ-10 вела ОКР «Расчет параметров двухкамерной гидропневматической рессоры». Ее результатом стала двухуровневая гидропневматическая подвеска для автомобиля  $6 \times 6$  полной массой 22 т (рис. 5).

В данный момент на кафедре ведутся: ОКР «Платформа-О/МГТУ «Теоретическое и экспериментальное исследование рабочих процессов высококомобильной модульной платформы нового поколения для монтажа и транспортировки перспективного вооружения и военной техники и разработка конструкторской документации отдельных систем»»,

ОКР «Курганец-25 ГПСР «Разработка алгоритмов функционирования и расчет параметров гидropневматической системы подрессоривания»», НИР «Луноход-1-МГТУ «Разработка ходовой системы колесной машины повышенной проходимости»».

Все перечисленное говорит о большом научном потенциале кафедры. А учитывая ее сравнительно молодой преподавательский состав, необходимо расширять перечень НИР, создавать условия для практических исследований аспирантов кафедры.

Статья поступила в редакцию 21.05.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

В.Н. Наумов, Е.Б. Сарач. От танков до планетоходов. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/transport/624.html>

**Наумов Валерий Николаевич** родился в 1941 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1965 г. Заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук., проф., зав. кафедрой «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 300 научных работ в области транспортного машиностроения. e-mail: tankist\_83@mail.ru

**Сарач Евгений Борисович** родился в 1975 г., окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана в 1999 г. Д-р техн. наук., проф. кафедры «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 40 научных работ в области транспортного машиностроения. e-mail: sarach@yandex.ru