# Грузовик

12
2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

**Учредитель**
**ООО "Издательство Машиностроение"**
**Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО**



**Редакционный совет**

**Д.Х. Валеев,** д-р техн. наук
**В.А. Волчков**
**С.М. Гайдар,** д-р техн. наук
**Л.В. Грехов,** д-р техн. наук, проф.
**В.А. Зорин,** д-р техн. наук
**А.М. Иванов,** **д-р техн. наук**
**Н.А. Иващенко,** д-р техн. наук
**В.В. Комаров,** канд. техн. наук
**В.А. Марков,** д-р техн. наук, проф.
**А.Н. Ременцов,** д-р пед. наук, канд. техн. наук
**О.Н. Румянцева,** ген. дир. ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"
**А.Ф. Синельников,** канд. техн. наук, проф.
**В.С. Устименко,** канд. техн. наук
**Х.А. Фасхиев,** д-р техн. наук, проф.
**Н.Д. Чайнов,** д-р техн. наук, проф.

**Корпункт:**
Я.Е. Карповский (г. Минск)



**Адрес редакции:**
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 12
Тел. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; http://www.mashin.ru

**Адрес издательства**
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 2
Тел. (495) 661-03-36

Журнал зарегистрирован в Роскомнадзоре.
Регистрационный номер ПИ № ФС77-42764
от 26 ноября 2010 г.

**Подписной индекс:**
**по каталогу "Роспечать" 373409,**
**по объединенному каталогу "Пресса России" 39799,**
**по каталогу "Почта России" 25782**



ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», "Грузовик", 2015

Перепечатка материалов из журнала «Грузовик» возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Грузовик» обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель

## В НОМЕРЕ:


### *Конструкция*

**2** *Багичев С. А., Наумов Е. А., Кочанов Е. В.* Расчетно-экспериментальная оценка несущей способности пассажирского сиденья с ремнем безопасности

**5** *Галкин М. Л., Жердев А. А., Марков В. А.* Охлаждающие жидкости для двигателей спецтехники

**8** *Антипенко В. С., Лебедев С. А.* Переносное пусковое устройство с молекулярным накопителем энергии

### *Исследования. Расчет*

**13** *Блинов Е. И.* К основам создания динамической теории сложноструктурированных механических систем (цикл статей, статья 7). Опорная проходимость мобильных машин

**23** *Балакина Е. В., Кочетков А. В., Санжапов Р. Р., Зотов Н. М.* Повышение устойчивости движения колесной машины путем выбора величины базы

### *Транспортный комплекс*

**26** *Кочетков А. В.* Проблемы инженерно-технического сопровождения объектов дорожной инфраструктуры в полосах отвода и придорожных полосах автомобильных дорог

**29** *Ременцов А. А.* Государственно-частное партнерство в дорожном секторе — современное состояние и новые механизмы финансирования проектов

**34** *Возмилова С. С., Волгина Н. А.* Автомобилестроение в странах Центральной и Восточной Европы: современные тенденции развития

**43** *Дэн Чэнгун.* Анализ развития автотранспорта в транспортной инфраструктуре КНР

**48** *Abstracts of articles*



***Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней***

**Система Российского индекса научного цитирования www.elibrary.ru**

Информация на сайте "Autotransportnik.ru"

УДК 629.113
**С. А. Багичев,** канд. техн. наук, доцент, e-mail: sergey.bagichev@gmail.com,
**Е. А. Наумов,** e-mail: johan.robeck@gmail.com, **Е. В. Кочанов,** e-mail: eugeny.ko4anov@yandex.ru,
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева (НГТУ),
Нижний Новгород

# РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО СИДЕНЬЯ С РЕМНЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

*Основной задачей при создании транспортного средства для перевозки пассажиров является обеспечение их безопасности, в том числе благодаря повышению безопасности сидений. Для этого используют различные конструктивные решения, применяемые в каркасе сиденья и его элементах крепления на основании кузова транспортного средства. При проектировании безопасной конструкции сиденья целесообразно использовать методы компьютерного моделирования условий возможных режимов нагружения, включая аварийные, предусмотренные международными требованиями безопасности. При этом важным вопросом при оценке безопасности конструкций по результатам расчетов является верификация используемой методики [1—7].*

*В статье представлены результаты расчетно-экспериментального исследования безопасности характерной конструкции каркаса пассажирского сиденья, предназначенного для установки в автобусы среднего класса, а также в автобусы на базе легких коммерческих автомобилей. Численное исследование выполнено методом конечных элементов в статической нелинейной постановке. Натурный эксперимент выполнен на оригинальном стенде с использованием специальной регистрирующей аппаратуры Центра коллективного пользования НГТУ "Транспортные системы". Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проекта по договору № 02.G25.31.0006 от 12.02.2013 г. (постановление Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 года № 218).*

***Ключевые слова:*** *пассивная безопасность автомобиля, конечно-элементное моделирование, каркас пассажирского сиденья, ремень безопасности.*

*(Рисунки на 2-й, 3-й, 4-й полосах обложки)*

## Актуальность необходимости моделирования пассажирских сидений

Пассивная безопасность автотранспортных средств является актуальной проблемой на сегодняшний день. Одним из вопросов ее повышения является разработка прочных каркасов пассажирских сидений для обеспечения безопасности пассажиров во время ДТП. В этом отношении должно быть доказано выполнение требований Правил ЕЭК ООН № 14 (ГОСТ Р 41.14—2003).

Сертификация сидений возможна только по результатам натурных испытаний, однако при проектировании для прогнозирования уровня безопасности сиденья целесообразно использовать расчетные методы. В этом случае разработка компьютерных моделей каркасов сидений и имитация их нагружений ведутся с целью выявления наиболее слабых мест конструкции при действии возможных аварийных нагрузок.

В данной работе представлены особенности методики оценки несущей способности и пассивной безопасности каркаса пассажирского сиденья на соответствие требованиям Правил ЕЭК ООН № 14. Выполнена верификация разработанной методики на основе сравнительной оценки результатов расчетов и экспериментов. Доказана адекватность разработанной модели сиденья.

### Применяемый метод решения задачи

Расчеты конечно-элементных моделей проводились в программном комплексе ABAQUS в нелинейной статической постановке в несколько шагов начиная с закрепления модели, задания гравитации и затяжки болтов, а заканчивая нагружением сиденья путем смещения в заданном направлении нагружающих блоков сиденья.

### Условия нагружения и закрепления

Условия нагружения и закрепления модели характерной конструкции каркаса сиденья приняты в соответствии с требованиями Правил ЕЭК ООН № 14 (ГОСТ Р 41.14—2003). Нагружение модели осуществлено путем смещения нагружающих блоков на величины $S_1$ и $S_2$ обратно пропорционально величинам действующих на них усилий $F_1$ и $F_2$ соответственно, что схематично показано на рис. 1, *а*. Нагружающие блоки (см. рис. 1, *б* и *в*), являясь жесткими телами, воздействуют на гибкие ленты, выполненные из мембранных элементов и имитирующие диагональные и поясные ветви ремней безопасности. Усилие от ремней передается на места их крепления через пучки жестких элементов.

Закрепление модели выполнено в местах расположения отверстий для крепления основания сиденья. Схема условий модели показана на рис. 2.

В модели учитывается действие гравитационной нагрузки, направленной противоположно оси *Y*.

### Особенности расчетной модели

Конечно-элементная модель имеет следующие особенности. Модель состоит из 43 106 конечных элементов. Каркас сиденья представляет собой каркасную конструкцию, сваренную из тонкостенных труб прямоугольного профиля (рис. 3). Основание сиденья притянуто болтами М10 к жесткой плите, зафиксированной по всем степеням свободы, с заданным преднатягом. Петли, через которые протягивается ремень безопасности и верхний нагружающий блок, имеют цилиндрические шарниры, допускающие только возможность взаимного осевого поворота. В шарнире верхнего блока угол относительного поворота ограничен величиной, при которой скоба и блок соприкасаются. Поворот в шарнире верхнего нагружающего блока оценивается по метке, расположенной на оси вращения.

### Описание элементов конечно-элементной модели

Исследуемое сиденье выполнено в виде металлического каркаса. Упругие элементы набивки (подушки и спинки) не моделируются, поскольку они не оказывают существенного влияния на несущую способность сиденья. В детальной конечно-элементной модели каркаса (рис. 4, *а*) учитываются все особенности его конструкции. Использованы оболочечные конечные элементы.

Петли ремней безопасности (см. рис. 4, *б*) могут вращаться вокруг цилиндрических втулок, закрепленных на специальных кронштейнах. Использование шарнирных соединений позволяет моделировать отдельные физические свойства реальных шарнирных соединений (упругость, демпфирование и др.). Более подробно увеличенные фрагменты моделей петель ремней безопасности показаны на рис. 5.

Ремень безопасности (см. рис. 4, *в*) моделировался последовательной комбинацией мембранных и балочных элементов-коннекторов. Мембранные элементы используются для создания связей ремня с блоками, а коннекторные — для имитации проскальзывания ремня безопасности через отверстие в креплении. Материал ремня имеет физические свойства ткани. Конечные узлы ремня связаны с одной стороны с узлом на кронштейне сиденья, с другой стороны в месте расположения катушки ремня безопасности, располагающейся у нижней части сиденья.

Нижний нагружающий блок шарнирно соединен с нагружающей системой (представленной стержневыми элементами, работающими на растяжение-сжатие), как показано на рис. 6.

Каркас сиденья крепится к опорной плите болтами, имеющими предварительный натяг, как показано на рис. 7.

### Контактные условия

Между опорной плитой и каркасом, каркасом и нижним нагружающим блоком, участками ремня безопасности и соответствующими нагружающими блоками заданы контакты с коэффициентами трения равным 1. Между кольцом и тросом заданы контакты с коэффициентом трения между ними равным 0,2.

### Экспериментальное исследование несущей способности автомобильного кресла в соответствии с требованиями Правил ЕЭКООН № 14

С целью проведения верификации разработанной методики расчетной оценки несущей способности каркаса сиденья на соответствие требований Правил ЕЭК ООН № 14 были проведены соответствующие экспериментальные исследования реального образца объекта на оригинальной установке с дальнейшим сравнением результатов расчетов и эксперимента. Результаты исследования в виде деформированных видов каркаса сиденья в ходе расчета и эксперимента показаны на рис. 8. Зависимость суммарного усилия, нагружающего каркас сиденья от смещения его контрольного узла в виде графика, показана на рис. 9.

Проведенная сравнительная оценка показала хорошую сходимость результатов расчетов и эксперимента по перемещениям и усилиям (расхождение результатов не превышает 5—10 %). Это позволяет говорить об адекватности получаемых в ходе расчетов результатов и использовать разработанную методику и подходы в моделировании других конструкций каркасов сидений и прогнозировании их пассивной безопасности. Полученные результаты исследования могут представлять определенный интерес у инженеров-конструкторов, занимающихся разработкой конструкций каркасов сидений.

### Выводы

По результатам выполненной работы разработана методика оценки пассивной безопасности пассажирских сидений и проведена ее верификация. Доказана адекватность разработанной расчетной модели сиденья.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**


1. **Багичев С. А.** Расчетно-экспериментальное исследование прочности каркаса сиденья [Электронный ресурс] / С. А. Багичев, Е. В. Кочанов, А. В. Шатилов и др. // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. — 2014. — № 4 (206). — С. 207—212. URL: http://www.nntu.ru/trudy/2014/04/2014-04.pdf (дата обращения: 24.07.2015).
2. **Рябов Д. М.** Оценка влияния способов закрепления сидений на живучесть экипажа при подрыве бронеавтомобиля [Электронный ресурс] / Д. М. Рябов, А. А. Смирнов, Д. О. Бутарович // Известия вузов. Машиностроение. — 2011. — № 5. — С. 27—33. URL: http://izvuzmash.bmstu.ru/articles/103/103.pdf (дата обращения: 24.07.2015).
3. **Солопов Д. Ю.** Разработка конечно-элементных моделей автомобильных кресел с пассивными подголовниками, отвечающих требованиям пассивной безопасности [Электронный ресурс] / Д. Ю. Солопов, В. Н. Зузов // Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана. Электрон. журн. — 2014. — № 4. URL: http://technomag.bmstu.ru/doc/706991.html (дата обращения: 24.07.2015).
4. **Lightweight seat concept Development of "Future Steel Vehicle" seat frame** [Электронный ресурс] // URL: http://www.tatasteelautomotive.com/file_source/StaticFiles/ Automotive/new-2013/White%20papers/TS_WhitePapers_Stage%205_EN.pdf (дата обращения: 24.07.2015).
5. **Molino L.** Determination of Moment-Deflection Characteristics of Automobile Seat Backs [Электронный ресурс] / L. Molino // National Highway Traffic Safety Administration. — 1998. — November. URL: http://www.nhtsa.gov/cars/rules/crashworthy/Seats/deflrep1/deflrep1.html (дата обращения 24.07.2015).
6. **Nilakantan G.** Computational Assessment of Occupant Injury Caused by Mine Blasts underneath Infantry Vehicles [Электронный ресурс] / G. Nilakantan, A. Tabiei // International Journal of Vehicle Structures & Systems. — 2009. — 1 (1—3). P. 50—58. URL http://www.drgaurav.org/journal-IJVSS09.pdf (дата обращения 24.07.2015).
7. **Singh R.** Designing of High Comfort, Reliable and Economical Driver Car Seat [Электронный ресурс] / R. Singh, S. L. Ahirwar, S. K. Tiwari // International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. — 2013. — October. URL: http://www.ijetae.com/files/Volume3Issue10/_IJETAE_1013_22.pdf (дата обращения: 24.07.2015).


## Эксклюзивное предложение от "КАМАЗ-ЛИЗИНГ"

Группа компаний "КАМАЗ-ЛИЗИНГ" возобновляет действие лизингового продукта "Лизинг "Специальный" на более выгодных условиях.

В рамках эксклюзивного предложения автотехника КАМАЗ стала еще доступнее, удорожание при ее покупке в лизинг — от 3,9 %. Это ниже докризисного предложения прошлого года. "Лизинг "Специальный" действует на всю серийную и специальную технику КАМАЗ и доступен во всех дилерских центрах автогиганта, а также в центральном офисе лизинговой компании "КАМАЗ". Срок действия продукта — до 31 января 2016 г.

*Пресс-служба ПАО"КАМАЗ"*

УДК 621.436; 661.175.5
**М. Л. Галкин**, д-р техн. наук, технический директор ООО "Спектропласт", г. Москва,
**А. А. Жердев**, д-р техн. наук, профессор, **В. А. Марков,** д-р техн. наук, профессор,
МГТУ им. Н. Э. Баумана
E-mail: markov@power.bmstu.ru

# ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СПЕЦТЕХНИКИ

*Отмечена актуальность разработки современных охлаждающих жидкостей. Рассмотрены требования, предъявляемые к охлаждающим жидкостям для двигателей внутреннего сгорания. Представлены охлаждающие жидкости, разработанные для двигателей спецтехники.*

***Ключевые слова:*** *специальный транспорт, двигатель внутреннего сгорания, дизельный двигатель, бензиновый двигатель, охлаждающая жидкость.*

Одной из важнейших систем двигателей внутреннего сгорания является система охлаждения, предназначенная для отвода теплоты от деталей двигателя внутреннего сгорания (цилиндра, крышки, форсунок), от смазки, для охлаждения наддувочного воздуха и для управления температурным состоянием ДВС [1, 2]. В двигателях спецтехники применяют, главным образом, жидкостные системы охлаждения, в которых в качестве охлаждающей среды используются вода или низкозамерзающие жидкости (антифризы). Антифризы для автомобилей, специального транспорта и генераторных установок с двигателями внутреннего сгорания решают две основные задачи:

— поддержание оптимальных температур двигателя с целью обеспечения его ресурса и технических характеристик;

— создание и поддержание оптимальных температур в салоне автомобиля с целью обеспечения комфорта водителя и пассажиров, а следовательно, безопасность участников движения.

В связи с экстремальными условиями эксплуатации двигателей внутреннего сгорания для спецтехники, в том числе и в условиях низких температур, особенно остро стоит задача разработки охлаждающих жидкостей (ОЖ), повышающих эксплуатационные качества этих двигателей [3]. Описанные в настоящей статье результаты проведенных успешных внедрений этих жидкостей показали определенную зависимость характеристик не только двигателя, но и транспортного средства в целом от свойств антифриза.

Современные специальные транспортные службы, например, автотранспортная часть оперативного реагирования (АТЧ ОР) при МЧС России, ориентированы на внедрение новых инновационных разработок с импортозамещением как по подвижному составу, так и по расходным материалам. Однако строгий регламент использования и экономии материально-технических средств препятствует этому процессу. В то же время специфика работы транспортных средств и спецтехники МЧС в жестких экстремальных условиях природных и техногенных аварий и катастроф, а также для освоения стратегически важных для России районов Крайнего Севера, требует активной мощности двигателей. А это легко достигается за счет использования современных сохраняющих низкую вязкость при отрицательных температурах ОЖ. В качестве примера работы в направлении развития МЧС на Крайнем Севере можно привести создание Арктического поисково-спасательного центра Сибирского федерального округа [4].

Важно отметить, что в структуре закупок основным критерием выбора антифриза для двигателей спецтехники является цена. Качество антифриза остается на втором плане ввиду сложившихся отношений между производителями, продавцами и потребителями. Вместе с тем по данным специалистов общее потребление ОЖ в России составляет 220—270 тыс. т ежегодно. Ориентировочный объем производства ОЖ непосредственно в России состав-

ляет 160—180 тыс. т, из них подавляющее большинство — тосолы, основой которых является моноэтиленгликоль (МЭГ).

Новый Технический регламент ТР ТС 030/2012, введенный в действие с 01 марта 2014 года, не определяет условия производства и химический состав ОЖ и регламентирует только параметры температуры кристаллизации ОЖ не выше минус 35 °С и водородного показателя pH в пределах от 6 до 10 единиц [5]. С другой стороны, основные свойства, технология производства и химический состав ОЖ обычно прописаны в ТУ и ТИ производителя. Проверка на соответствие свойств ОЖ заявленным характеристикам часто выявляет нарушения и несоответствия [6]. Прямым следствием применения дешевых ОЖ является образование накипных отложений, коррозии и кавитационных процессов в системе охлаждения, и как следствие, сильный износ двигателей из-за плохого отвода тепла от деталей двигателя.

Ввести в широкую практику применения принципиально новые и качественные антифризы не позволяет, с одной стороны, ФЗ № 44 о Госзакупках, на основании которого поставщик определяется только по цене без учета качества поставляемого продукта, что сильно сдерживает развитие данного направления. С другой стороны, допуск новых антифризов и специальных жидкостей на рынок сбыта осуществляется профильными лабораториями на основании старых методик и норм, не учитывающих достижения современной химической индустрии в регулировании тепломассопереноса и защиты конструктива двигателей от коррозии и кавитации. Вместе с тем объективное информирование потребителей антифризов о качестве продукта должно неизбежно привести к повышенному вниманию рынка по отношению к новым прогрессивным технологиям производства низковязких низкотоксичных и энергосберегающих отечественных ОЖ. В этой связи следует отметить инновационные, не имеющие аналогов в мире, разработки научно-производственной компании ООО "Спектропласт" новых уменьшающих расход топлива и снижающих время прогрева двигателя антифризов серии Spektrogen GR-LV, успешно прошедших с 2011 по 2014 г. эксплуатационные испытания на бензиновых и дизельных двигателях [7].

Особенностью антифризов Spektrogen GR-LV по сравнению с известными ОЖ на основе этиленгликоля является низкая вязкость и повышенная эффективность теплопередачи, в том числе при низких температурах. Например, как видно из рис. 1, вязкость обычного тосола ОЖ-40 при минус 40 °С составляет 100 мПа · с, а у антифриза Spektrogen GR-40LV она равна 78 мПа · с, что на 22 % ниже, чем у тосола [8]. Как следствие, наблюдается уменьшение времени прогрева холодного двигателя на режиме холостого хода. График зависимости времени прогрева холодного двигателя с различными антифризами от температуры антифризов приведен на рис. 2. Разница времени прогрева двигателя в пользу

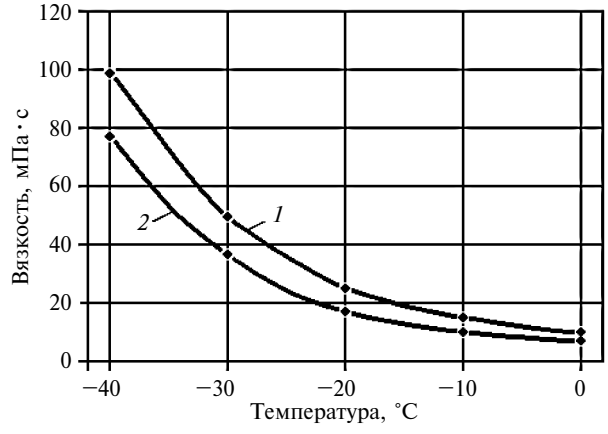


**Рис. 1. Зависимость динамической вязкости антифризов от их температуры:**

*1* — Spektrogen GR-LV; *2* — тосол ОЖ-40

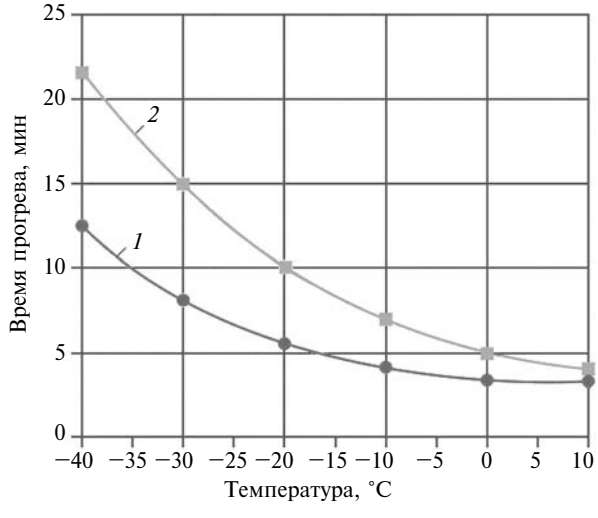


**Рис. 2. Зависим ость вре мени прогрев а двигателя от температуры антифризов:**

*1* — Spektrogen GR-LV; *2* — тосол ОЖ-40

антифриза Spektrogen GR-40LV в сравнении с тосолом ОЖ-40 при 0 °С составляет около 2 мин и возрастает с понижением температуры до 10 мин при минус 40 °С.

Улучшенных характеристик новых антифризов удалось достичь благодаря применению инновационной технологии снижения вязкости и повышения теплопередающей способности состава охлаждающей жидкости. Это позволило уменьшить время прогрева двигателя даже при аномально низких зимних температурах (до минус 65 °С) вследствие более эффективного отвода теплоты по системе охлаждения от гильзы цилиндра работающего двигателя. Низкая вязкость антифриза Spektrogen GR-40LV позволяет сократить время прогрева двигателя, что уменьшает износ деталей двигателя и повышает его ресурс. Кроме того, применение этого антифриза снижает расход топлива, повышает продуктивность рабочего времени водителя и является дополнительной опцией комфорта при выполнении работ, в особенности в суровых условиях Крайнего Севера и Сибири. Все эти факторы подтверждают заявленную изготовителем антифриза Spektrogen GR-40LV его эффективность.

Немаловажное значение имеют и экологические аспекты применения антифриза Spektrogen GR-40LV, который менее токсичен в сравнении с классическими ОЖ из-за снижения концентрации в нем ядовитого этиленгликоля, замещаемого поверхностно-активными веществами (ПАВами). Наиболее экологичным антифризом этой серии является антифриз Spektrogen S-LV на основе пропиленгликоля [9], который предназначен для использования преимущественно в общественном автотранспорте, в особенности, автобусном парке крупных городов, а также другой техники с жесткими ограничениями по экологии.

Антифризы марки Spektrogen GR-LV производятся в России в промышленных масштабах по ТУ 2422-024-11490846-12, имеют "Свидетельство о государственной регистрации" RU40 01 05 015 E 003827 06 12 и соответствуют требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 030/2012. Они не горючи и невзрывоопасны, относятся к 3-му классу опасности (умеренно опасные вещества). В зависимости от марки, сохраняют рабочие свойства в диапазоне температур от плюс 118 °С до минус 65 °С. Срок их эксплуатации — 5 лет или 250 000 км пробега техники.

Разработанная техническая документация и результаты проведенных эксплуатационных испытаний энергосберегающих охлаждающих жидкостей, разработанных ООО "Спектропласт", подтверждают их соответствие нормам и требованиям стратегии РФ по энергобезопасности и независимости от импорта в области производства и применения антифризов для двигателей спецтехники. Эти антифризы могут быть успешно использованы и в двигателях внутреннего сгорания традиционных транспортных средств.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**


1. **Машиностроение.** Энциклопедия. Том IV. Двигатели внутреннего сгорания / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков и др. Под ред. А. А. Александрова, Н. А. Иващенко. — М.: Машиностроение, 2013. — 784 с.
2. **Марков В. А., Девянин С. Н., Фурман В. В.** Комплексная система автоматического регулирования частоты вращения коленчатого вала дизеля и температуры охлаждающей жидкости // Грузовик. — 2014. — № 7. — С. 2—10.
3. **Кузьмина В.** Основные итоги деятельности транспортного комплекса в 2012 году и задачи на 2013 год // Автомобильный транспорт. — № 5. — 2013.
4. **Программа** создания Арктического поисково-спасательного центра Сибирского федерального округа. Красноярск, 2011. http://siberian.mchs.ru.
5. **Технический регламент** Таможенного союза ТР ТС 030/2012 "О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям" от 20 июля 2012 г. № 59.
6. **Петров Н. А.** Емкость рынка антифризов в России // Спецтехника и коммерческий транспорт. — 2012. — № 6.
7. **Галкин М. Л., Рукавишников А. М.** Инновационные энергоэффективные антифризы для автомобильного транспорта // Автомобильный транспорт. — 2013. — № 12.
8. **ГОСТ 28084—89.** Жидкости охлаждающие низкозамерзающие. Общие технические условия. — М.: Стандартинформ, 2007. — 16 с.
9. **Галкин М. Л., Рукавишников А. М.** Инновационные низкотоксичные антифризы для автомобильного транспорта // Автотранспортное предприятие. — 2014. — № 5.

УДК 621.355
**В. С. Антипенко**, канд. техн. наук, МГСПУ МИИТ, **С. А. Лебедев**, канд. техн. наук, доцент,
Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище им. генерала армии
В. Ф. Маргелова (РВВДКУ)
E-mail: antipenkovs@mail.ru

# ПЕРЕНОСНОЕ ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО С МОЛЕКУЛЯРНЫМ НАКОПИТЕЛЕМ ЭНЕРГИИ

*В статье представлена классификация вспомогательных источников тока и пусковых устройств, сформулированы основные требования к ним. Раскрыта возможность и перспективы использования молекулярных накопителей энергии в составе пусковых устройств. Описано разработанное переносное пусковое устройство ППУ-14 и результаты испытаний.*

***Ключевые слова:*** *пусковые устройства, классификация, молекулярный накопитель энергии.*

Пуск автомобильных двигателей вызывает особые затруднения в зимний период, особенно в холодных климатических зонах, когда требуются значительные трудовые и энергетические затраты весьма продолжительные по времени и которые могут быть причиной больших простоев автомобиля. Для нормального функционирования автотранспорта в северных районах идут по пути улучшения пусковых качеств двигателей внутреннего сгорания (ДВС) благодаря повышенным техническим характеристикам систем электростартерного пуска (СЭП).

Применяемые на автомобилях СЭП постоянно совершенствуются за счет оптимизации конструкций стартеров и применения новых типов необслуживаемых стартерных свинцовых аккумуляторных батарей (АБ) [1—4]. В стационарных условиях хранения автомобильной спецтехники для пуска ДВС применяют различные пусковые устройства. Все это позволяет повысить надежность пуска автомобильных двигателей.

Однако в связи с наличием определенных недостатков у стартерных свинцовых АБ проявляется интерес к использованию в СЭП и в составе вспомогательных пусковых устройств (ПУ) альтернативных источников энергии, в частности молекулярных накопителей энергии (МНЭ). Применение МНЭ позволяет снизить емкость АБ, их размеры, массу и стоимость. СЭП и ПУ с МНЭ могут обеспечить пуск двигателя при значительной степени разряженности АБ, что повышает эксплуатационную надежность автомобиля, особенно в условиях низких температур.

Перспективные химические источники тока (ХИТ) должны удовлетворять требованиям высокой эффективности, малого веса, небольших габаритных размеров и безопасности. Они также должны быть гибкими для возможного усовершенствования при увеличении потребной электрической мощности.

В этой связи весьма актуальной является задача разработки для специальной техники источников электрической энергии с высокими технико-экономическими показателями.

Вспомогательные источники энергии для СЭП ДВС или ПУ предназначены для использования в качестве внешних источников электрической энергии при пуске двигателей внутреннего сгорания специальной автомобильной техники с номинальным напряжением системы электростартерного пуска 12, 24 и даже 48 В в полевых условиях и в условиях паркового хранения. К ПУ можно отнести переносные и передвижные пусковые устройства (ППУ), а также пуско-зарядные устройства (ПЗУ).

Как правило, ПУ подключаются параллельно штатной аккумуляторной батарее автомобиля и обеспечивают пуск двигателей в случаях, когда АБ разряжена, не может обеспечить СЭП требуемым количеством энергии, и когда АБ неисправна или вообще отсутствует.

Применение ПУ на предприятиях, где остро стоит вопрос с обеспечением АБ техники, позволит частично решить эту проблему в случае экстренного одновременного выезда техники. Наиболее востребованы ПУ там, где техника в больших количествах находится на хранении (на базах хранения), а также, где техника хранится и эксплуатируется при низких температурах (ниже минус 30 °С). Производя пуски ДВС после перерыва в эксплуатации или после хра-

нения от ПУ, штатные АБ освобождаются от пиковой нагрузки. Тем самым обеспечивается надежность пуска и продляется срок службы штатных АБ.

Таким образом, можно сформулировать основные требования к пусковым устройствам:

— энергоемкость ПУ должна быть таковой, чтобы обеспечить возможность повторных пусков ДВС в соответствии с требованиями к СЭП (ОСТ 37.001.052—87);

— обеспечение электрической энергией СЭП ВАТ и БТТ с номинальными напряжениями 12, 24 и 48 В;

— возможность подключения к бортовой электрической сети всех образцов спецтехники;

— обеспечение работоспособности при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С;

— возможность подключения к внешней электрической сети;

— обеспечение подвижности;

— простота в эксплуатации;

— масса и размеры должны быть минимальными;

— ресурс работы (срок службы) должен быть равен или больше ресурса работы штатных источников электрической энергии.

Классифицировать ПУ можно по следующим признакам:

— напряжению — 12 В, 24 В, 48 В, 12 и 24 В, 24 и 48 В;

— способу применения — стационарные, переносные, передвижные;

— типу источника электрической энергии — от внешней электрической сети 220 или 380 В, химических источников тока, автономных генераторов, комбинированных источников тока;

— способу управления — механическое, электрическое, электронное.

Тип и мощность применяемого ПУ зависит от состава и численности автомобильного парка. При индивидуальном использовании в гаражах с малым числом машин наибольшее применение получили переносные компактные зарядно-пусковые устройства с номинальным напряжением 12 и 24 В. Их основное назначение — подзаряд АБ и облегчение пуска ДВС автомобиля от штатной АБ.

В автопарках с большим количеством техники, на базах хранения и тому подобное широко используются передвижные автономные ПУ с ХИТ (химическими источниками тока) или автономными генераторами. Данные ПУ позволяют производить пуск двигателей нескольких машин, расположенных на открытых стоянках без использования электроэнергии внешней сети.

В настоящее время предприятиями ЗАО "ЭЛИТ" г. Курск (табл. 1) и ЗАО "НПО "ТехноКор" г. Москва (табл. 2, рис. 1) освоено производство ПУ, ППУ и

Таблица 1

**Технические характеристики пусковых устройств двигателей внутреннего сгорания ЗАО "ЭЛИТ"**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Переносное пусковое устройство Старт-03.4:<br>— напряжение бортовой сети 12 В;<br>— максимальное напряжение заряда 14,5 В;<br>— энергозапас 4 кДж;<br>— электрическая емкость 55 Ф;<br>— номинальный ток разряда 600 А;<br>— масса 6 кг;<br>— продолжительность заряда 1—2 мин | | Гаражная пусковая универсальная установка Гарпун-Миди:<br>— напряжение бортовой сети 24/12 В;<br>— максимальное напряжение заряда 28/14,5 В;<br>— энергозапас 60 кДж;<br>— электрическая емкость 210/830 Ф;<br>— номинальный ток разряда 3000—6000 А;<br>— масса 95 кг;<br>— продолжительность заряда 1—2 мин |
| | Переносное пусковое устройство Гарпун-Мини:<br>— напряжение бортовой сети 12 В;<br>— максимальное напряжение заряда 14,5 В;<br>— энергозапас 10 кДж;<br>— электрическая емкость 140 Ф;<br>— номинальный ток разряда 1500 А;<br>— масса 15 кг;<br>— продолжительность заряда 1—2 мин | | Гаражная пусковая универсальная установка Гарпун-М:<br>— напряжение бортовой сети 24/12 В;<br>— максимальное напряжение заряда 28/14,5 В;<br>— энергозапас 200 кДж;<br>— электрическая емкость 700/2800 Ф;<br>— номинальный ток разряда 10 000 А;<br>— масса 150 кг |

Таблица 2

**Технические характеристики энергоагрегатов серии АЭ-1 "НПО "ТехноКор"**

| Модель агрегата | АЭ-1-3 | АЭ-1-4 | АЭ-1-6 |
|---|---|---|---|
| Тип МНЭ | МНЭ-180/28 | МНЭ-180/28 | МНЭ-210/28 |
| Количество МНЭ, шт. | 2 | 4 | 6 |
| Электрическая емкость батареи МНЭ, Ф | 360 | 720 | 1260 |
| Ток/время заряда батареи МНЭ | 65 А/4 мин | 65 А/6 мин | 65 А/15 мин |
| Мощность пускаемых двигателей, кВт (л.с.) | До 368 (500) | До 735 (1000) | До 1103 (1500) |
| Напряжение системы пуска, В | 12 и 24 | 12 и 24/48 | 24/48 |
| Максимальный ток разряда, А | 2000 | 2500 | 3000 |
| Тип пускаемых двигателей | Бенз./диз. | Бенз./диз. | Диз./ГТД |
| Полная масса, кг | 290 | 403 | 544 |
| Габаритные размеры, мм:<br>длина с ручкой<br>ширина<br>высота | <br>1600<br>900<br>1300 | <br>1800<br>900<br>1300 | <br>1800<br>900<br>1300 |

передвижных автономных агрегатов с применением молекулярных накопителей энергии.

Рассмотрим основные преимущества данных ПУ. Основным отличием является то, что источником электрической энергии в данных ПУ служат молекулярные накопители энергии (МНЭ). МНЭ для систем пуска двигателей внутреннего сгорания — сверхвысокоемкие конденсаторы, оптимизированные для разряда высокими плотностями тока. Применение МНЭ обеспечивает гарантированный пуск ДВС при отрицательных температурах до минус 50 °С, что важно для районов Крайнего Севера, а также для решения задач приведения в готовность специальной техники в любых погодных условиях.

**Рис. 1. Автономный энергоагрегат АЭ-1-3**

Применение МНЭ позволяет произвести гарантированный пуск ДВС даже при наличии старой, неисправной или глубокоразряженной батареи, не способной давать требуемый ток прокрутки стартера, но способной зарядить малым током МНЭ.

МНЭ экологически чистый источник тока. Во время хранения и эксплуатации он не выделяет в окружающую среду никаких веществ. МНЭ не требует обслуживания в течение всего срока эксплуатации. Нет также проблем с утилизацией отработавших МНЭ, так как они не содержат токсичных компонентов. МНЭ не боится глубоких разрядов, переполюсовок, короткого замыкания.

Заряд батареи МНЭ производится от автономного бензогенераторного агрегата питания или любого внешнего источника постоянного тока (АБ, выпрямителя, сварочного аппарата), а разряд на СЭП производится в режиме штатного пуска.

В Рязанском высшем воздушно-десантном командном училище (РВВДКУ) разработано переносное пусковое устройство ППУ-14, предназначенное для использования в качестве вспомогательного внешнего источника электрической энергии при пуске ДВС с номинальным напряжением бортовой сети 12 В в полевых условиях и в условиях паркового (гаражного) хранения, а также в условиях, усложняющих пуск ДВС, например, в зимний период эксплуатации спецтехники.

В качестве источника электрической энергии в ППУ-14 использован молекулярный накопитель

**Рис. 2. Общий вид переносного пускового устройства ППУ-14**

энергии типа МНЭ-40/14 (ЗАО "НПО "ТехноКор"). ППУ-14 конструктивно выполнено в виде контейнера (сварного корпуса из стального профиля). Для работы контейнер имеет одно положение: вертикальное. Общий вид устройства показан на рис. 2.

С тыльной стороны контейнера крепится розетка внешнего пуска типа ПС-315. На крышке контейнера размещаются приборы управления: контрольно-разрядная лампа, выключатель накопителя энергии, вольтметр, выключатель вольтметра и контрольно-разрядной лампы.

ППУ-14 укомплектован пусковым проводом длиной 1,5 м (рис. 3), обеспечивающим его подключение к бортовой сети автомобиля. Пусковой провод оснащен двумя кабельными вилками (типа ПС-315) для подключения ППУ-14 к транспортному средству, имеющему розетку внешнего пуска ПС-315, а также двумя зажимами типа "крокодил" для подключения ППУ-14 к выводам аккумуляторной батареи транспортного средства, не имеющего розетки внешнего пуска ПС-315.

Перед подключением пускового провода ППУ-14 к розетке внешнего пуска транспортного средства или к его аккумуляторной батарее переносное пусковое устройство необходимо зарядить от внешнего источника тока. О режиме разряда и заряда накопителя энергии свидетельствуют показания вольтметра и яркость горения контрольно-разрядной лампы. Также контрольно-разрядная лампа подключается к накопителю энергии с помощью выключателя перед постановкой переносного пускового устройства ППУ-14 на хранение для разряда накопителя энергии.

В лаборатории кафедры автотехнического обеспечения и парке РВВДКУ были произведены испытания переносного пускового устройства ППУ-14 с целью проверки произведенных расчетов, работоспособности ППУ-14 и определения оптимальных режимов работы.

Результаты испытаний показали, что продолжительность зарядки накопителя энергии зависит от начального (остаточного) напряжения. Так, продолжительность зарядки практически разряженного накопителя энергии типа МНЭ-40/14 до напряжения 14 В составляла 43—69 с. В реальных условиях эксплуатации случаи полной разрядки МНЭ будут достаточно редки. Обычно же, судя по результатам пусковых испытаний двигателей [4], остаточное напряжение составляет 7—9 В (для СЭП с номинальным напряжением 12 В). В этом случае время зарядки МНЭ не превышало 30 с.

Интересно отметить, что по результатам испытаний изменение температуры МНЭ практически не влияет на продолжительность его зарядки.

На следующем этапе испытаний с помощью диагностического оборудования были произведены измерения силы стартерного тока при пуске двигателя ЗМЗ-414 от различных источников электроэнергии.

Результаты испытаний обработаны и представлены в виде графиков на рис. 4 и 5.

На рис. 4 представлены зависимости пусковых токов от МНЭ, заряженного до различных значений напряжения. Максимальное значение силы стартерного тока получено после заряда МНЭ до $U = 14$ В от генераторной установки автомобиля и составило $I = 460$ А. Минимальное значение силы стартерного тока, при котором двигатель пустился, составило $I = 290$ А, при этом МНЭ был заряжен от АБ до $U = 8{,}5$ В. При заряде МНЭ до 6,5 В — двигатель не пустился.

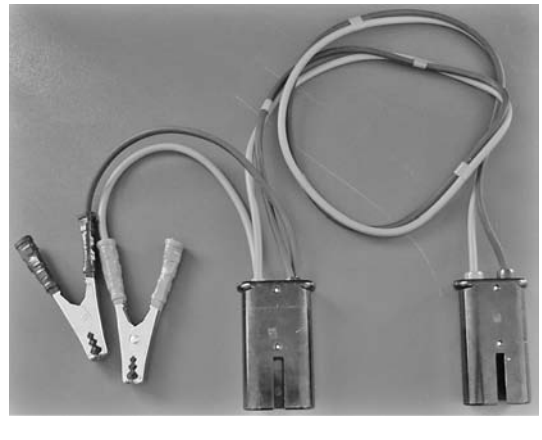

**Рис. 3. Пусковой провод для ППУ-14**

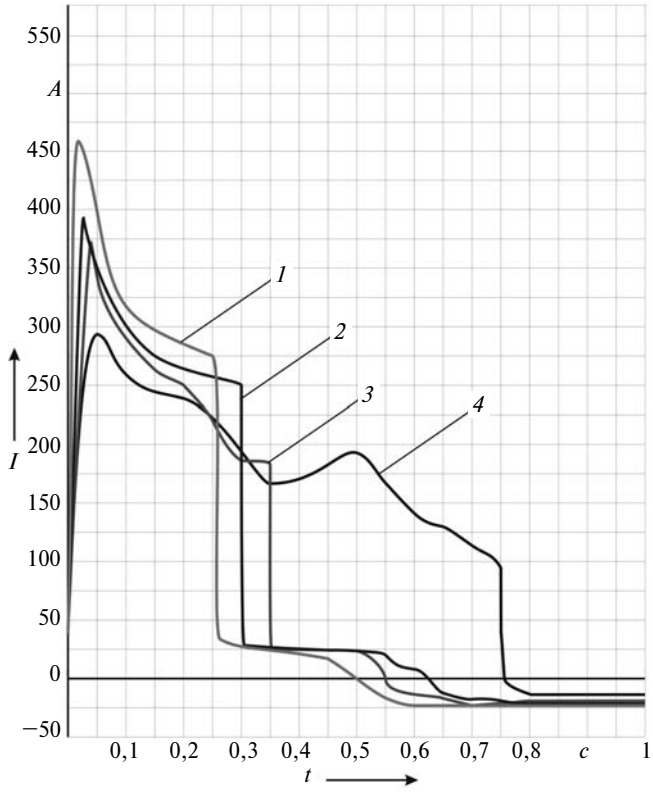


**Рис. 4. Зависимости силы тока МНЭ-40/14 от степени его заряда:**

*1* — сила тока МНЭ-40/14 при заряде до $U = 14$ В; *2* — сила тока МНЭ-40/14 при заряде до $U = 11$ В; *3* — сила тока МНЭ-40/14 при заряде до $U = 10$ В; *4* — сила тока МНЭ-40/14 при заряде до $U = 8{,}5$ В

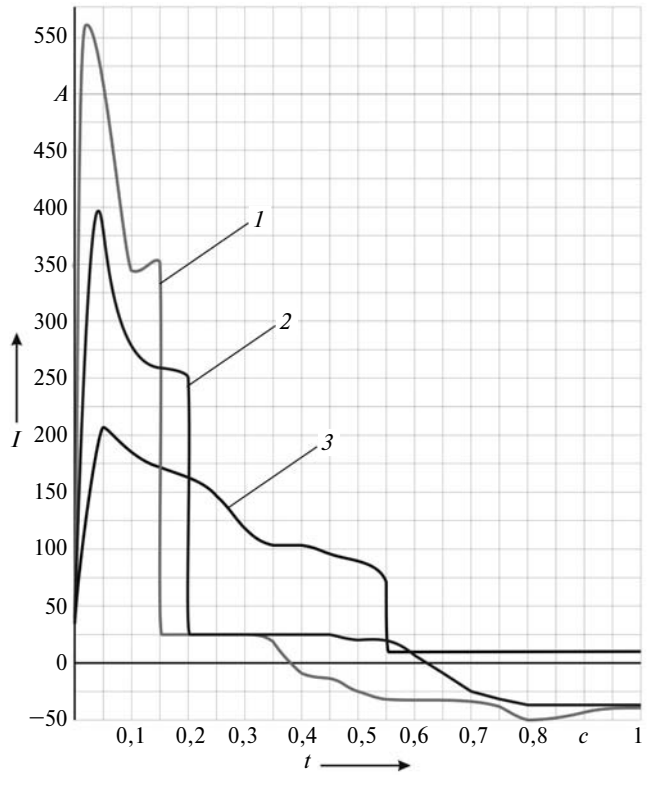


**Рис. 5. Зависимости силы тока от различных источников энергии:**

*1* — сила тока МНЭ-40/14 и АБ 6СТ-55; *2* — сила тока МНЭ-40/14; *3* — сила тока АБ 6СТ-55

На рис. 5 представлены зависимости пусковых токов при пуске двигателя от различных источников электрической энергии. Полученные графики ярко показывают преимущества использования в качестве источника электрической энергии для СЭП МНЭ. На графиках видно, что максимальная сила стартерного тока от энергоблока, включающего АБ и МНЭ, более чем в 2 раза превышает пусковой ток от АБ. Также ток нарастает до своего максимального значения на 25 мс раньше, а пуск двигателя происходит на 0,5 с быстрее.

При заряде МНЭ до напряжения 14 В в начальный момент нагрузку при проворачивании коленчатого вала при пуске двигателя берет на себя накопитель энергии, тем самым, разгружая АБ. Участие в проворачивании коленчатого вала АБ принимает меньше. Большую часть времени при пуске двигателя коленчатый вал вращается благодаря применению МНЭ. Это происходит потому, что МНЭ имеет малое внутреннее сопротивление и благодаря этому имеет способность в короткий промежуток времени отдавать накопленную энергию.

Анализируя полученные результаты и подводя итог, можно сделать заключение, что применение МНЭ повышает электрические и эксплуатационные показатели источников тока для СЭП [6, 7]. Причем эффективность использования МНЭ зависит от их заряженности. В качестве рекомендаций предлагается при пуске ДВС подряд нескольких автомобилей заряд МНЭ производить от генераторной установки пущенного двигателя, что обеспечит максимальный заряд МНЭ и разгрузит АБ автомобиля от режима заряда МНЭ.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Лебедев С. А.** Комбинированный источник тока для систем электростартерного пуска двигателей военной автомобильной техники [Текст]: монография / С. А. Лебедев. — Рязань: РВАИ, 2010. — 235 с.
2. **Гаражное** и ремонтное оборудование: каталог-справочник [Текст]. — М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1974. — 226 с.
3. **Лебедев С. А.** Пусковое устройство с комбинированным источником тока. [Текст] / С. А. Лебедев, П. А. Марков, В. С. Антипенко / Сб. науч.-техн. работ кафедры автотехнического обеспечения — М.: "Спутник+", 2014. — Вып. 1. — С. 48—52.
4. **Лебедев С. А.** Повышение эффективности применения пусковых устройств [Текст] / С. А. Лебедев, П. А. Марков, В. С. Антипенко / Сб. науч.-техн. работ кафедры автотехнического обеспечения — М.: "Спутник+", 2014. — Вып. 1. — С. 53—61.

# К ОСНОВАМ СОЗДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СЛОЖНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
(ЦИКЛ СТАТЕЙ, СТАТЬЯ 7)

УДК 629.113(075.8)
**Е. И. Блинов**, канд. техн. наук, доцент, Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники
E-mail: blinov-ti6-mgupi@mail.ru

## ОПОРНАЯ ПРОХОДИМОСТЬ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

*Пространственная многозвенная динамическая модель связанных колебаний двигательно-трансмиссионной установки (ДТУ) и подвески наиболее адекватно представляет сложные динамические взаимодействия, происходящие при работе многих классов машин. Введение в базовую модель дополнительных связей позволяет исследовать проходимость машины и дать рекомендации по улучшению этого свойства.*

***Ключевые слова:*** *динамика, сложноструктурированная механическая система, пространственность, опорная проходимость, условие безостановочного движения в дифференциальной форме.*

Около 300 лет назад англичанин Исаак Ньютон, оплодотворенный, как гласит легенда, яблоком, сформулировал четыре закона, описывающие взаимодействия тел и впоследствии названные законами классической динамики. Это было время перехода от ручного производства к машинному, и, по существу, Ньютон ответил на новые запросы общества, поскольку научные открытия не рождаются потому, что это захотел сделать тот или иной ученый, но совершаются тогда, когда они востребованы обществом.

Наиболее важен 2-й закон, который можно записать в виде $P = m\ddot{x}$, где $\ddot{x}$ — вторая производная (ускорение) от независимой координаты $x$ перемещения тела массой $m$ под действием силы $P$. Этот закон с математической точки зрения является дифференциаль-ным уравнением (ДУ) второго порядка, которое позволяет определить величину координаты $x$ тела в пространстве, т. е. реализовать вторую (основную) задачу динамики, открывая тем самым путь к решению прикладных задач множества классов, и именно в этом состоит практическая важность 2-го закона. Здесь заметим, что уравнение 2-го закона, по существу, отражает статику (квазидинамику) процесса, если под динамикой в том числе понимать и неустановившиеся колебательные процессы, которые преобладают в реальности и могут быть выявлены только при учете упруго-демпфирующих связей. Связи такого рода, безусловно, могут присутствовать в левой части уравнения $P = m\ddot{x}$, но в действительности это бесполезно, поскольку тогда в общем случае ДУ уравнение 2-го закона Ньютона не решается аналитически.

Во многом опираясь на классические законы Ньютона, в 30-е гг. XX века академик Е. А. Чудаков заложил фундамент теории движения автомобиля, который представляется в виде материальной точки без упруго-демпфирующих связей (за исключением раздела плавности хода), в связи с чем эту версию теории автомобиля уместно назвать "одномассовой". Здесь следует заметить, что, несмотря на возможность аналитического решения, тягово-динамический расчет, являющийся краеугольным камнем "одномассовой" версии, тем не менее реализуется графо-аналитическим методом. Кроме тяговой динамики другими основными разделами теории автомобиля как науки являются плавность хода, энергетика, тормозная динамика, управляемость, устойчивость и проходимость.

По мере роста технических запросов общества появилась необходимость решать задачи проектирования и расчета сложных изделий машиностроения, которые в большинстве своем представляют системы тел, объединенных в том числе упруго-демпфирующими связями. Классическая ньютонова динамика была уже не в состоянии ответить на эти запросы, поскольку надо было переходить к решению систем ОДУ с числом ДУ второго порядка более двух. Но это оказалось невозможным, поскольку норвежский математик Н. Х. Абель (1802—1829 гг.) показал, что алгебраическое уравнение пятой и выше степеней в радикалах не имеет корней.

Этот тупик был преодолен путем создания ЭВМ и численных методов решения в том числе систем ОДУ. Классическая "одномассовая" теория автомобиля получила возможность трансформироваться в динамическую, в основе которой лежит пространственная многозвенная в собственных координатах модель связанных колебаний двигательно-трансмиссионной установки (ДТУ) и подвески, которая автоматически описывает тяговую динамику и плавность хода.

Настоящая публикация закрывает цикл статей под рубрикой "К основам создания динамической теории сложноструктурированных механических систем". Таким образом, можно констатировать, что завершена разработка динамической теории движения колесных и гусеничных машин. Автор всегда подчеркивал и подчеркивает это в очередной раз, что идея создания динамической теории принадлежит д-ру техн. наук В. М. Семенову в соавторстве [Кондрашкин С. И., Контанистов С. П., Семенов В. М. Принципы построения математических моделей динамики автомобиля // Автомобильная промышленность. 1979. № 7. С. 24—27], возглавлявшему в НАМИ одну из ведущих научных школ в СССР в области динамики машин. Однако в силу развала СССР и фактического прекращения финансирования науки, эта идея не была реализована. Обзор отечественной и зарубежной научно-технической литературы показал, что и до настоящего времени прецедентов создания динамической теории движения не обнаружено.

Подчеркнем, что представленные в цикле статей модели, составляющие суть динамической теории, разработаны в соответствии с фундаментальным научным принципом *объективной реальности*. Это означает, что они обладают высокой степенью адекватности, подтвержденной как сходимостью с натурным экспериментом, так и численным, имея в виду минимальный уровень расхождения энергетического баланса, но в то же время они могут и должны быть дополняемы и уточняемы, точно так же, как бесконечен процесс познания. При этом надо очень осторожно подходить к введению в модели каких-либо поправок, а их обоснованность прежде всего следует доказывать неувеличением степени расхождения энергобаланса, либо постановкой натурного эксперимента. Причем в последнем случае существенно увеличивается стоимость создания САПР на базе разработанных моделей, и именно поэтому ранее [статья в журнале "Грузовик" № 8 за 2015 г.] было показано, что энергетический баланс может быть успешно применен для оценки адекватности расчетов.

Около 300 лет понадобилось, чтобы перейти от классической ньютоновой модели движения к динамической теории движения сложноструктурированных многозвенных пространственных механических систем. Теперь задача состоит в переносе динамической теории с бумажно-электронного носителя в КБ, цехи и заводы.

Перейдем к рассмотрению последней темы цикла. Считается, что проходимость наземных нерельсовых машин с колесными и гусеничными движителями определяется совокупностью факторов, касающихся конструкции движителя, распределением массы по осям и бортам, свойств грунта и управляющих действий водителя.

Динамическая теория дает возможность изучения влияния не только перечисленных параметров, но, кроме того, любого другого параметра представляемой модели, поскольку изменение каждого из них так или иначе влияет на величину одной или нескольких независимых координат. Последние, образуя систему в математическом и физическом смыслах, как раз и предоставляют возможность рассмотреть общую картину взаимодействий сложноструктурированной системы совместных колебаний ДТУ и подвески с учетом их внутренних динамических связей.

Для математического представления проходимости колесной машины (КМ) и гусеничной машины (ГМ) к модели, опубликованной в предыдущих статьях цикла ["Грузовик" № 6—11, 2015 г.], достаточно добавить соотношения, в том числе и в виде ДУ, описывающие буксование движителя. При этом качественного различия в описании буксования КМ и ГМ не существует.

Проходимостью называется свойство машин работать в условиях бездорожья и (или) преодолевать препятствия различного рода и профиля (рвы, ступени, водные преграды и т. п.). В связи с этим раз-

личают опорную и профильную проходимости. Рассмотрим только опорную проходимость, связанную с движением на деформируемых (грунтовых и снежных) опорных поверхностях, поскольку профильная проходимость, зависящая от таких конструктивных параметров, как клиренс, углы свеса, расположение осей многоосной машины и т. д., может быть изучена с помощью статических моделей; в дальнейшем понятия "деформируемая" и "грунтовая" опорная поверхность будем считать равнозначимыми.

Вся совокупность особенностей движения на грунте сводится, в основном, к двум — к определению величин коэффициентов $f_к$ и $f_б$ сопротивления качению при колееобразовании и пробуксовке движителя соответственно. Поэтому в общем случае необходимо разделить ведущие и ведомые колеса. В формуле (3) ["Грузовик" № 9, 2015 г.] момента $T_a$ сопротивления движению составной частью фигурирует выражение момента сопротивления качению $T_f = \sum^{s} R_{zi\,л,п} f_{i\,л,п} r_{кi\,л,п}$, где $s$ — число осей, оборудованных тормозами. Будем считать, что все $n$ осей машины оборудованы тормозами (исключения непринципиальны), т. е. $n = s$. Тогда выражение для $T_f$ перепишется в виде (с целью более короткой записи формул различием режимов работы и качения для колес разных бортов и внутри типа осей пренебрегаем)

$$T_f = \left( \sum^{n-m} R_{zi} + \sum^{m} R_{zi} \right) f_к r_к, \qquad (1)$$

где $m$ — число ведомых осей. Остальные составляющие $T_a$ из упомянутой формулы не влияют на опорную проходимость, и о них можно не упоминать.

Величина $f_к$ для каждого типа грунта может быть определена экспериментально без особых трудностей. Тогда проблема сводится к определению коэффициента $f_б$, который может быть вычислен только аналитически. При буксовании грунтозацепы движителя выносят грунт из-под него, образуя колею, углубляя ее и увеличивая тем самым сопротивление качению как колеса КМ, так переднего катка ГМ. При этом коэффициент $f_б$ следует выразить через приращение глубины колеи $\Delta h_б$, которую необходимо связать со скоростью буксования $V_б$.

Существует зависимость, связывающая коэффициент $f$ и глубину $h$ колеи

$$f = \left(\sqrt{h/2r}\right) / \left[(n+1)(1-n/3)\right], \qquad (2)$$

где $n$ — характеристика грунта, подробнее о которой будет сказано ниже. Обозначив $f$ через $f_б$, $h$ через $h_б$, а также применив эмпирический коэффициент $b_э$, равный 0,1 для малых приращений глубины колеи, для буксующего движителя перепишем (2) в виде:

$$f_б = b_э \left(\sqrt{h_б/2r}\right) / \left[(n+1)(-n/3)\right]. \qquad (3)$$

Тогда (1) можно представить как:

$$T_f = \left( \sum^{n-m} R_{zi} + \sum^{m} R_{zi} \right) f_к r_к + f_б r_к \sum^{n-m} R_{zi}. \qquad (4)$$

Для того чтобы воспользоваться уравнением (4), необходимо найти зависимость $h_б = f(V_б)$, входящую в (3). Для этого будем рассуждать следующим образом. Считая, что среднее давление $q_{ср}$ на грунт со стороны шины или гусеницы (для шины принимается равным давлению воздуха в ней), умноженное на площадь $F$ ее контакта с опорной поверхностью, определяет нормальную нагрузку и на горизонтальной поверхности равную ей нормальную реакцию $R_z$, получим

$$R_z = q_{ср} F. \qquad (5)$$

Используя известную зависимость $q_{ср} = kh^n$ давления от осадки $h$ грунта, принимая $n = 1$ и полагая, что геофизические процессы вдавливания штампа и пневмоколеса идентичны (для трака это очевидно), запишем $h_б = R_z/kF$; здесь $k$ — коэффициент осадки деформируемой поверхности. Продифференцировав последнее равенство по переменной $F$, имеем:

$$dh_б = -(R_z/kF^2)dF. \qquad (6)$$

Это выражение связывает изменение глубины погружения движителя с изменением опорной площади под ним. Структура зависимости такова, что при отрицательном значении дифференциала $dF$, что соответствует уменьшению площади под движителем, $dh_б$ приобретает положительное значение, и движитель на эту величину погружается в грунт. Если $dF$ имеет положительный знак, движитель подвсплывает, однако в связи с необратимостью процесса, будем считать, что происходит только погружение движителя.

Для определения численного значения $dF$ обратимся к рис. 1. Пусть при буксовании изменяющаяся по величине площадь опорной поверхности, воспринимающая нормальную нагрузку, определяется углом, в данный момент времени численно равным некоторой величине угла $\alpha_б$ буксования на дуге $AB$, что соответствует максимальному из текущих зна-

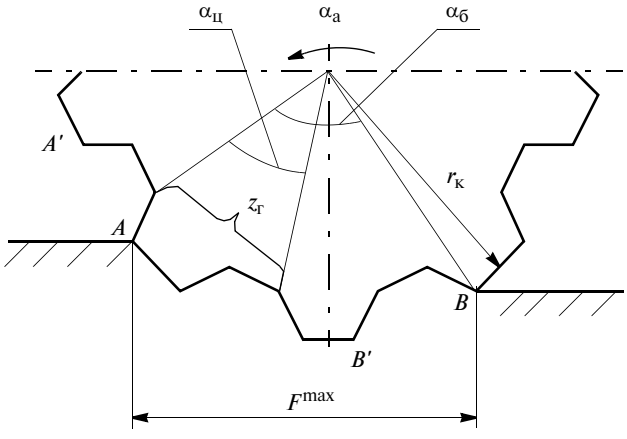


**Рис. 1. К определ ению связи между глубиной колеи и скоростью буксования**

чений всей площади $F^{\max}$. При повороте колеса на величину шага грунтозацепа (дуга $A'A$) несущая площадь сократится на площадь впадины (дуга $B'B$), что вызовет увеличение среднего удельного давления и вследствие этого погружение колеса в грунт. При дальнейшем вращении колеса несущая площадь увеличится на ту же величину, но, как было принято, это не приведет к уменьшению глубины погружения. Выразив изменение опорной площади колеса через его геометрические размеры, запишем:

$$-dF = r_к b_ш \, d\alpha_б, \qquad (7)$$

где $b_ш$ — ширина шины; $d\alpha_б$ — приращение угла $\alpha_б$ буксования. Подставив (7) в (6), считая изменение $\alpha_б$ постоянным за выбранный период времени, получим:

$$\Delta h_б = (R_z r_к b_ш / kF^2)\Delta\alpha_б. \qquad (8)$$

С другой стороны, $\Delta\alpha_б$ можно выразить через скорость $V_б$: $\Delta\alpha_б = \Delta\tau V_б / r_к$. Разделив $\Delta\alpha_б$ на центральный угол между грунтозацепами, равный $\alpha_ц = z_г / r_к$, где $z_г$ — шаг между грунтозацепами, выразим $\Delta\alpha_б$ через количество подпрессовок $u = \Delta\tau V_б / z_г$ за элементарный промежуток времени $\Delta\tau$. Подставляя параметр $u$ вместо $\Delta\alpha_б$ в (8), исключая неизвестную $F$, которую найдем из (5), а также восстанавливая $i$-й индекс, доставляющий автономность каждому движителю, определим связь между приращением $\Delta h_б$ колеи и скоростью $V_б$ буксования:

$$\Delta h_{бi} = \Delta\tau\left(r_{кi} b_{шi} / z_г\right)\left(q_{срi}^2 V_{бi} \,/\, k_i R_{zi}\right), \qquad (9)$$

где составляющие первой скобки представляют собой конструктивные параметры движителя при условии, что величина параметра $z_г$ одинакова для всех движителей. Тогда за период времени буксования от $\tau_0$ до некоторого конечного значения $\tau_к$, для $i$-го движителя окончательно получим:

$$h_{бi} = \sum_{\tau_0}^{\tau_к} \Delta h_{бi}. \qquad (10)$$

По окончании буксования $V_{бi} = 0$, отсюда $\Delta h_{бi} = 0$, а $h_{бi} = \text{const}$. Параметр $h_б$ относится только к буксующим колесам, имея в виду, что не все движители и тем более ведомые колеса подвержены процессу буксования.

Формулу (9) можно преобразовать применительно к ГМ. Для этого следует выразить $q_{ср}$ из (5) для одной гусеницы в виде $q_{ср} = R_z / Lb_г$, где знаменатель формулы представляет собой площадь опорной поверхности гусеницы; здесь $b_г$ — ширина гусеницы. Подставляя это равенство в (9), сделав элементарные алгебраические преобразования, а также учитывая, что одиночная ГМ имеет только два движителя (левый и правый), получим:

$$\Delta h_{б\,л,п} = \Delta\tau\left(r_к / L^2 b_г z_г\right)\left(V_{б\,л,п} R_{z\,л,п} / k_{л,п}\right). \qquad (11)$$

Формулы (9) или (11) связывают буксование движителя с его дополнительным погружением в грунт, которое и увеличивает сопротивление качению. Подставляя выражение (10) для $h_б$ в (3), получим текущее значение коэффициента $f_б$, входящее в формулу (4) определения момента сопротивления качению, который с учетом принципа автономности колеса следует записать как:

$$T_f = \sum^{n-m} R_{zi\,л,л} f_{кi\,л,п} r_{кi\,л,п} + \sum^{m} R_{zi\,л,п} f_{кi\,л,п} r_{кi\,л,п} + \sum^{n-m} R_{zi\,л,п} f_{бi\,л,п} r_{кi\,л,п}. \qquad (12)$$

В некоторые формулы входят параметры $n$ и $k$, являющиеся характеристиками грунта. Показатель степени $n$ определяет вид кривой погружения штампа в грунт. Для достаточно большой группы грунтов — сухой связный грунт, рыхлый уплотняющийся грунт, рыхлые слои на более плотных и т. п. — можно принять $n = 1$, и тогда зависимость $q_{ср} = kh^n$ становится линейной. Коэффициент $k$ осадки почвы не имеет постоянной размерности, а его величина в большей степени подлежит разбросу и зависит от типа и влажности грунта. При $n = 1$ величину $k$ для земляных грунтов можно принять равной (5—200) кН/м$^3$. Данные по снегу имеют следующие значения: $n = 1{,}6$, $k = 200$ кН/м$^{3,6}$.

Все почвы (грунты и снег) имеют дисперсный состав, отличающийся от сплошных тел тем, что твердые частицы грунтов и снега занимают только часть объема, причем прочность их связи гораздо меньше прочности самих частиц. Поэтому при приложении внешней нагрузки в первую очередь происходит их сдвиг относительно друг друга. При рассмотрении почв как опорных поверхностей движения их принято классифицировать на группы связных (с большим содержанием глинистых частиц), песчаных (несвязных), болотистых и торфяных грунтов, а также снег. Механические свойства всех без исключения перечисленных групп крайне нестабильны, что объясняется различной степенью их влажности. При повышенном содержании воды в грунте связь твердых частиц становится еще меньше, и грунт "течет", т. е. теряет свойство сопротивляться сдвигу при приложении касательных усилий со стороны грунтозацепов.

В связи с этим, в общем случае график качественной зависимости $q_{ср} = kh^n$ вдавливания штампа в грунт, представленный на рис. 2, содержит три участка: на линейном участке *1* происходит клиновидное с острием вниз уплотнение грунта с сохранением несущей способности; на переходном участке *2* острие клина начинает раздвигать в стороны соседние слои грунта и рост осадки грунта быстро возрастает; на участке *3* происходит пластическое течение грунта в стороны из-под штампа, а нагрузка $q_s$, соответствующая этому, называется несущей способностью грунта. Связные глины и суглинки обладают высоким значением $q_s$ = 100—000 кН/м$^2$ для различных степеней увлажненности; несвязные пески и супеси имеют $q_s$ = 30—100 кН/м$^2$, а при оптимальной влажности их несущая способность увеличивается, например, для песчаников до 400 кН/м$^2$.

Рассмотрим буксование движителя. Кинематически буксование движителя оценивается безразмерным коэффициентом δ буксования, зависящим от теоретической $V_a$ и действительной $\dot{x}$ скоростей машины (иногда δ выражают в процентах):

$$\delta = (V_a - \dot{x})/V_a = V_б/V_a. \qquad (13)$$

При этом теоретической называют такую скорость, которая определяется только угловой скоростью ведущего колеса: $V_a = \dot{\alpha}_a r_к$. При отсутствии буксования $\dot{x} = V_a$ и δ = 0 (0 %); если при буксовании машина не движется $\dot{x} = 0$ и δ = 1 (100 %). Разность $V_a - \dot{x}$ называют скоростью буксования: $V_б = V_a - \dot{x}$. Скорость буксования может быть вычислена и через угловую скорость $\dot{\alpha}_б = \dot{\alpha}_a - \dot{x}/r_к$, где слагаемое $\dot{x}/r_к$ представляет собой линейную скорость машины, приведенную к угловой координате ведущего колеса. Часто используется понятие угол буксования $\alpha_б = \alpha_a - x/r_к$.

Эксперименты показали, что коэффициент φ сцепления зависит от коэффициента буксования: φ = *f*(δ). Эта функция имеет экстремум (рис. 3), наличие которого по одной из версий объясняется адгезионными свойствами материалов контртел (например, шины и асфальта или некоторых типов грунтов). При буксовании их поверхности разогреваются, вследствие чего увеличивается как число центров адгезии (снег не имеется в виду), так и собственно адгезионная способность контртел. При определенной величине скольжения (δ* ≈ 30 %) совокупность этих явлений доставляет максимум кривой φ = *f*(δ).

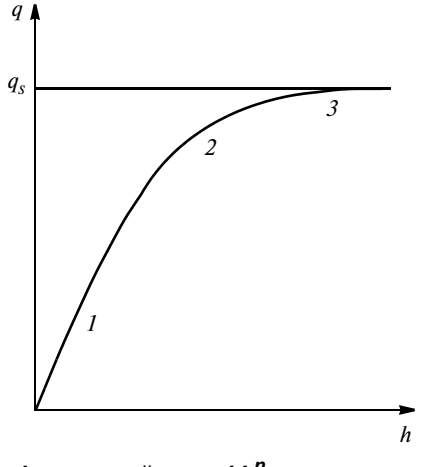


**Рис. 2. График кривой $q_{ср} = kh^n$:**

*1* — линейный участок; *2* — переходный участок; *3* — участок пластического течения грунта

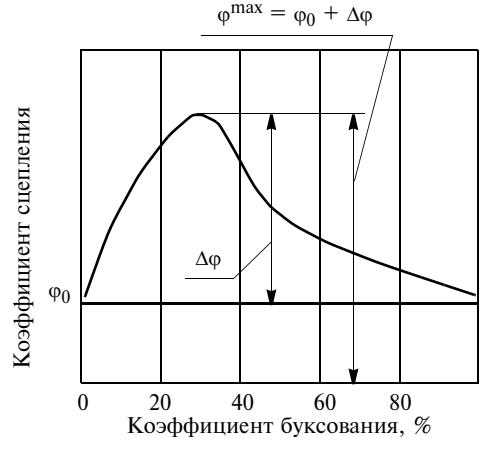


**Рис. 3. Зависимость φ = *f*(δ)**

При дальнейшем увеличении скорости буксования адгезионная способность контртел в силу быстроты процесса не успевает проявиться, несмотря на то что количество центров адгезии не сокращается, а зависимость $\varphi = f(\delta)$ плавно ниспадает до $\varphi_0$. На величины $\Delta\varphi$ и $\delta^*$ влияют состав резины шины и давление в ней (для КМ), конструкция гусеницы и величина ее натяжения (для ГМ), сцепные свойства опорной поверхности и ее влажность и т. п.

Увеличение коэффициента $\varphi$ при буксовании представляет резерв повышения тяговых или тормозных характеристик машины, и поэтому важно описать эту зависимость. Примем, что на определенном типе опорной поверхности, характеризуемой начальным коэффициентом $\varphi_0$ сцепления, текущее значение $\varphi$ зависит только от скорости $V_б$ буксования. Кривую рис. 3 аналитически можно описать следующей зависимостью:

$$\varphi = \varphi_0 + 2,33\Delta\varphi m V_б e^{-m^2 V_б^2}, \qquad (14)$$

где $m$ — эмпирический коэффициент размерностью с/м. Формулу (14) трансформируем так, чтобы отыскать максимальное значение $\varphi$ как функцию $V_б$. Взяв производную от выражения (14) по аргументу $V_б$, приравняв ее нулю, получим выражение для $m$, доставляющее зависимости (14) максимум. Подставив это значение в (14) и, несколько видоизменив получившееся выражение, запишем:

$$\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi V_б e^{-0,5V_б^2 / \left(V_б^{\varphi^{\max}}\right)^2} \Big/ \left(V_б^{\max} e^{-0,5}\right), \qquad (15)$$

где $V_б^{\varphi^{\max}}$ — величина скорости буксования, при которой достигается максимум коэффициента $\varphi$. Управляющие действия водителя можно имитировать, задавая $V_б^{\varphi^{\max}}$, например, в долях $k$ от максимальной скорости $V_i^{\max}$ машины на данной $i$-й передаче (рис. 4). При этом возможно достижение максимального $\varphi$ при любой скорости буксования. Чем ближе величина $k$ к нулю, тем левее сместится точка $A$ максимума зависимости $\varphi = f(V_б)$. При приближении значения $k$ к единице точка $A$ смещается вправо. В момент равенства текущего значения $V_б$ заданной величине $V_б^{\varphi^{\max}}$ коэффициент сцепления в соответствии с (15) достигнет максимума, равного $\varphi^{\max} = \varphi_0 + \Delta\varphi$.

Рассмотрим, как определяется скорость $V_б$ буксования автономного движителя. В общем случае оно начинается по условию $R_x > P_{x\,сц}$. Здесь $R_x$ — касательная реакция в пятне контакта в продольном направлении $x$; $P_{x\,сц}$ — сила по сцеплению в том же

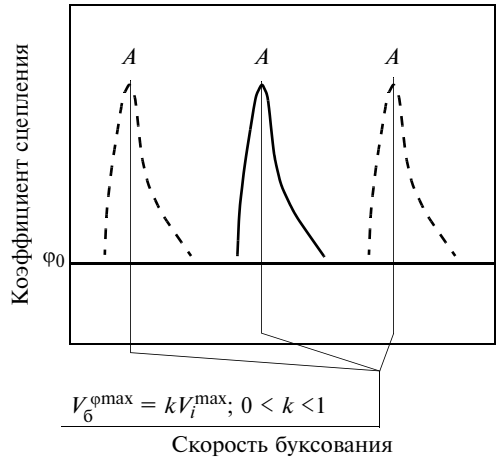


**Рис. 4. Иллюстрация смещения $\varphi^{max}$**

направлении. Переходя от сил к моментам, опустив очевидный здесь индекс "$x$", а также учтя, что продольная реакция включает в себя тяговую упруго-демпфирующую силу и силу сопротивления движению, будем считать, что буксование начинается в случае превышения моментом упруго-демпфирующих сил на последнем участке $i$-й ветви (или, что одно и то же, ведущего колеса или гусеницы) ДТУ момента $T_{сц\,i}$ сцепления за вычетом момента $T_{ai}$ сопротивления, приходящегося на $i$-й буксующий движитель и определяющегося в соответствии с формулой (3) [см. "Грузовик" № 9, 2015 г.]:

$$|T_{уд i,\,n-1}| > (T_{сцi} - T_{ai}), \qquad (16)$$

где $i = 1, \ldots, m$; $m$ — число буксующих ветвей (для упрощения объяснений индексации будем считать, что ветви привода имеют свои порядковые номера, начиная с единицы и заканчивая числом $m$; например, для одиночной ГМ $m = 2$ и тогда индекс $i = 1$ означает то же самое, что индекс "л", т. е. "левая гусеница", индекс $i = 2$ — "п", т. е. "правая гусеница"); $T_{сцi} = R_{zi}\varphi_i r_{кi}$ — момент сил сцепления. Термин "приходящийся" здесь и далее означает, что величина параметра (в данном случае момента $T_{ai}$) определяется как сумма всех $i$-х значений, деленная на число ведущих колес; например, для КМ 4×2 или одиночной ГМ величина момента $T_{ai}$ берется в отношении всего левого, правого борта. Заметим, что левая часть (16) взята по абсолютному значению, поскольку момент упруго-демпфирующих сил может иметь отрицательную величину.

Если условие (16) не выполняется ни для какой ветви, то полагается:

$$\dot{x} = V_а = \dot{\alpha}_а r_к, \qquad (17)$$

где скорость $\dot{\alpha}_a$ маховой массы машины вычисляется как взвешенная сумма угловых скоростей $\dot{\alpha}_{ai}$ каждого из $k$ ведущих колес $\dot{\alpha}_a = \left(\sum^{k} \dot{\alpha}_{ai}\right) \Big/ k$. В (17) $r_к = \left(\sum^{k} r_{кi}\right) \Big/ k$. В свою очередь, $\dot{\alpha}_{ai}$ определяются из решения уравнений:

$$J_{ai}\ddot{\alpha}_{ai} = T_{уд\,i,\,n-1} - T_{ai}, \qquad (18)$$

где $J_{ai} = m_{ai} r_{кi}^2$, здесь $J_{ai}, m_{ai}$ — соответственно момент инерции, масса, приходящиеся на $i$-е ведущее колесо.

Если условие (16) выполняется хотя бы для одного движителя, то решается дополнительное к ДУ (4) [см. "Грузовик" № 6, 2015 г.] уравнение:

$$\ddot{x}m_a = \sum^{m}\left(T_{сцi} - T_{ai}\right)/r_{кi} + \sum^{k-m}\left(T_{удi,n-1} - T_{ai}\right)/r_{кi}, \qquad (19)$$

из которого определяется действительная скорость $\dot{x}$ массы машины. В частном случае при всех буксующих движителях:

$$\ddot{x}m_a = \sum^{k}\left(T_{сцi} - T_{ai}\right)/r_{кi}. \qquad (20)$$

Сравнение скорости $\dot{x}$ с линейной скоростью $V_{ai} = \dot{\alpha}_{ai} r_{кi}$ буксующей $i$-й ветви определяет величину скорости буксования $V_{бi}$ данного движителя:

$$V_{бi} = V_{ai} = \dot{x} = \dot{\alpha}_{ai} r_{кi} - \dot{x}. \qquad (21)$$

Представленная концепция буксования движителя предполагает разделение массы машины между ведущими колесами с составлением уравнений (18). Другими словами, каждое ведущее колесо движет вперед "свою" автономную массу, что, на первый взгляд, не совсем корректно. Однако сложив почленно (18) при $i = 1,..., k$, получим:

$$J_a\ddot{\alpha}_a = \sum^{k} T_{удi,n-1} - T_a. \qquad (22)$$

Уравнение (22) совпадает с (2) [см. "Грузовик" № 9, 2015 г.], но с добавлением индекса "$i$", реализующего принцип автономности движителя, и таким образом указанная концепция получает свое обоснование. В противном случае, не составляя уравнения (18) и определяя скорость машины только по уравнению (22), реализовать задачу буксования *автономного* движителя не представляется возможным.

Составим уравнение движения машины в дифференциальной форме в общем случае, т. е. при возможном буксовании движителя. В статических задачах обычно рассматривается условие типа $T_{сц} \geqslant T_a$ или его модификации, которые имеют два основных недостатка: 1 — не учитывается динамика как системы в целом, так и массы машины, в частности; 2 — пренебрегается реальным разнообразием режимов работы движителя.

Уравнение (19) в наиболее общем виде отражает движение массы $m_a$ машины, в то же время являясь всего лишь одним из общей системы ОДУ, описывающей ее работу. Это уравнение можно преобразовать к виду:

$$\ddot{x}m_a = \sum^{m} T_{сцi}/r_{кi} + \sum^{k-m} T_{удi,n-1}/r_{кi} - \sum^{k} T_{ai}/r_{кi}, \qquad (23)$$

где $m$, $k$ — соответственно число буксующих и ведущих колес. Оценим возможность движения машины в самом неблагоприятном случае при работе всех движителей в тормозном режиме, когда к каждому из них в какие-то моменты времени может подводиться отрицательный динамический момент $T_{уд}$. Очевидно, что этот режим по проходимости более труден, чем, например, режим буксования пусть даже всех ведущих колес. Учитывая, что в рассматриваемом случае $T_{уд} < T_{сц}$ (23), можно записать как:

$$\ddot{x}m_a = -\sum^{k} T_{удi,n-1}/r_{кi} - \sum^{k} T_{ai}/r_{кi}.$$

При отрицательной правой части, казалось бы, движение невозможно, однако в действительности этого не происходит благодаря инерции массы машины. В частности, практика эксплуатации гусеничных тягачей в северных заснеженных районах показывает, что неширокие снеговые перекаты можно преодолевать, используя инерцию ГМ.

Перенеся первый член правой части в левую и умножив обе части уравнения на $-1$, получим условие безостановочного движения с любым числом ветвей привода в дифференциальной форме, не содержащее отмеченных выше недостатков статики:

$$\ddot{x}m_a - \sum^{k} T_{удi,n-1} / r_{кi} \geqslant \sum^{n} T_{ai}/r_{кi}, \qquad (24)$$

где $n$ над знаком суммы — общее число колес (катков).

Остальные режимы работы движителя (собственно тормозной режим не имеется в виду) рассматривать нет смысла, поскольку в любом из них условия проходимости становятся более благоприятными, поскольку при прочих равных сумма составляю-

щих — $T_{удi,\ n-1}/r_{кi}$ либо меняет знак, либо становится меньше по модулю.

Возвращаясь к неравенству $T_{сц} \geqslant T_{а}$, отражающему статику процесса, несложно показать, что оно является частным случаем (24). Для этого надо исключить инерционный член, поскольку при установившемся движении $\ddot{x} = 0$, пренебречь автономностью движителя, и, наконец, вместо $T_{уд}$ подставить $T_{сц}$ с положительным знаком. В то же время следует иметь в виду, что стационарных режимов в динамических системах, к которым относятся КМ и ГМ, не существует, поскольку невозможно равновесное состояние между относительно постоянными (при малых скоростях) силами сопротивления и динамически перераспределяющимися упруго-демпфирующими моментами ветвей привода ведущих колес. (В скобках заметим, что иногда за стационарный режим работы считают движение машины с установившейся скоростью. Однако из уравнений, в частности (23), видно, что условие $\ddot{x} = 0$ может быть обеспечено при перераспределении величин элементов внутри, например, массива $T_{удi,\ n-1}$. При этом систему в целом стационарной признать нельзя.)

Рассмотрим далее влияние динамических параметров ДТУ на проходимость. В соответствии с двумя видами проходимости — профильной и опорной — существуют две группы показателей проходимости. Для оценки опорной проходимости КМ эти показатели в основном сводятся к сопоставлению абсолютных и относительных значений суммарных тяговых сил и сил сопротивлений (ГОСТ 22653—77) в ухудшенных условиях движения и по бездорожью. Для полноприводных КМ по РТМ 37.001.039—77 также вводятся показатели, характеризующие способность преодоления труднопроходимых участков пути и наибольшей глубины снежной целины.

В отношении ГМ опорная проходимость оценивается, в основном, путем сопоставления значений статического показателя — среднего удельного давления $q_{ср}$ на грунт: $q_{ср} = G/2Lb_{г}$. Чем меньше величина $q_{ср}$, тем выше считается проходимость ГМ. Стремятся, чтобы соблюдалось соотношение $q_{ср} \leqslant 0{,}8 \cdot 10^5$ Н/м$^2$ (для легких плавающих машин $q_{ср} \leqslant 0{,}5 \cdot 10^5$ Н/м$^2$). Однако эти значения не соответствуют фактической величине среднего удельного давления, поскольку в реальности большую часть веса воспринимают траки, лежащие под опорными катками, а на твердых поверхностях эти траки передают всю нагрузку. Поэтому вводится понятие фактического удельного давления $q_{ср.ф} \leqslant 3{,}0 \cdot 10^5$ Н/м$^2$. Другим показателем статических моделей, который лишь частично характеризует опорную проходимость, является отношение длины опорной поверхности гусеницы к ширине колеи $B$. Если $L/B \leqslant 1{,}8$, то ГМ обладает удовлетворительной поворотливостью.

Показатели профильной проходимости к динамическим задачам отношения не имеют и поэтому не рассматриваются.

Ниже будет проведено исследование в отношении лишь гусеничного вездехода на базе ГМ БМП-1 полной массой 13 500 кг, поскольку тенденции и, следовательно, сделанные выводы по результатам исследования, одинаковы и для ГМ, и для КМ.

Перечисленные и другие аналогичные показатели по своей сущности однокритериальны и не ориентированы на комплексную оценку работы машин при движении на местности. Поэтому в научно-технических публикациях предложено большое количество других оценочных показателей. При этом, наиболее адекватной признана многокритериальная оценка различных качеств гусеничных и колесных машин, в том числе и проходимости. В связи с этим в качестве комплексного оценочного показателя выберем обобщенный критерий:

$$\left(K^{\max}_{\tau=A}\right)_{i,j} = S/S^{шт} - \left(Q/Q^{шт} + T^{\max}_{уд\,j,i}/T^{\max\,шт}_{уд\,j,i}\right), \quad (25)$$

где $S$, $Q$, $T_{уд\,j,i}$ соответственно пройденное расстояние и расход топлива во временном разрезе $\tau = A$, а также величина момента упруго-демпфирующих сил при расчете машины с текущими, т. е. нештатными значениями оптимизируемого параметра; в знаменателе дробей свертки частых критериев те же показатели, но с надстрочным индексом "шт", означающим принадлежность к расчету машины со штатными значениями параметров, при этом индекс "max" означает максимальную величину показателя, зафиксированную на протяжении всего временного интервала от 0 до $A$. Более подробно о структуре критериев оптимизации см. статью в журнале "Грузовик" № 8 за 2015 г.

Как видим, критерий (25) характеризует мобильные свойства машины, топливную экономичность и силовую нагруженность $i$-го участка $j$-го вала. Учитывая опыт предыдущих прикладных исследований, в качестве таких участков в ДТУ ГМ выберем выходные валы бортовых передач (аналог полуосей КМ; см. рис. 1 "Грузовик" № 6 за 2015 г.; это участки ДТУ с коэффициентами $C_{m,\ n-2}$ и $C_{m+1,\ n-2}$ жесткостей). При этом данный, как и любой другой критерий при оценке опорной проходимости, должен применяться при таких значениях коэффициентов сопротивления

качению и сцепления, которые свойственны труднопроходимым участкам местности.

Оценивая влияние на нормированные или выбранные показатели проходимости тех или иных параметров, обычно выбирают конструктивные параметры — для ГМ: длину и ширину опорной ветви гусеницы, число опорных катков, конструкцию траков, их расположение и т. п.; для КМ — ширину шины, конструкцию протектора, число и расположение осей и т. п. Для обоих типов машин часто исследуется также влияние на проходимость величин мощности двигателя и радиуса ведущего колеса. Перечисленные параметры не относятся к группе динамических, и поэтому их влияние хорошо известно.

С другой стороны, реализовать иные величины таких динамических параметров, как жесткости участков ДТУ или моменты инерции в реальной конструкции проще, чем, в частности, изменить внешнюю скоростную характеристику двигателя, передаточные числа или установить ведущее колесо с другим радиусом, поскольку при этом тягово-сцепные и топливно-экономические свойства машины, заданные в ТЗ, неизбежно станут иными, что недопустимо. В полном объеме представить влияние всех динамических параметров невозможно, да и нет необходимости, поскольку любой динамический параметр из данной группы, как правило, имеет один и тот же характер влияния. В связи с этим ограничимся приведением результатов исследования влияния жесткости обозначенных участков ДТУ на указанный критерий.

Основные параметры расчетного эксперимента таковы. Движение на горизонтальной ровной поверхности на первой передаче в ОКП; в ПМП включены прямые передачи. Изменению подвергались одновременно жесткости обоих участков в пределах от 2,6 до 13,6 кН · м/рад при штатном значении 8,6 кН · м/рад. Величины коэффициентов сопротивления качению и сцепления назначены одинаковыми для движителей обоих бортов: $f_{к\,л} = f_{к\,п} = 0{,}12$; $\varphi_л = \varphi_п = 0{,}5$. Движение происходит на влажном грунте типа суглинистой луговины ($n = 1$, $k = 100$ кН/м$^3$). Параметры гусеницы $q_{ср} = 250$ кН/м$^2$, ширина 0,30 м, шаг грунтозацепов 0,14 м при симметричной в обеих плоскостях схеме подвески.

Не вдаваясь в анализ численных результатов, оказалось, что на изменение (увеличение) значения критерия положительно сказывается уменьшение величины крутильной жесткости влияющих участков ДТУ. Что касается показателей процесса, характеризующих собственно проходимость, имея в виду глубину $h_б$ колеи и скорость $V_б$ буксования, то тенденция их изменения аналогична — они уменьшаются при уменьшении жесткости и наоборот.

Предыдущий расчетный эксперимент проводился при допущении о симметричных значениях параметров обоих бортов. Пространственная модель, реализующая принцип автономности движителя, позволяет исследовать взаимодействия системы в действительных условиях движения, когда каждый движитель обладает своими, присущими только ему параметрами. Набор прикладных приложений в виде решаемых при этом задач настолько многообразен, насколько многообразно самое понятие "движение машины". Однако важнейшей по-прежнему остается задача распределения динамических моментов по ветвям привода. В контексте рассматриваемой тематики одну из ее разновидностей можно сформулировать следующим образом: как протекают моменты упруго-демпфирующих сил на участках привода движителей левого и правого бортов в условиях их буксования при разных значениях коэффициентов крутильной жесткости этих участков?

В качестве объектов расчетного эксперимента возьмем те же участки ДТУ, точно так же, как и оставим в силе те же условия испытания. При этом штатное значение 8,6 кН · м/рад коэффициента крутильной жесткости будет принадлежать участку привода движителя левого борта, а участок привода правой гусеницы снабдим величиной коэффициента 13,6 кН · м/рад.

Результаты численного эксперимента представлены на рис. 5 и в целом не требуют развернутых

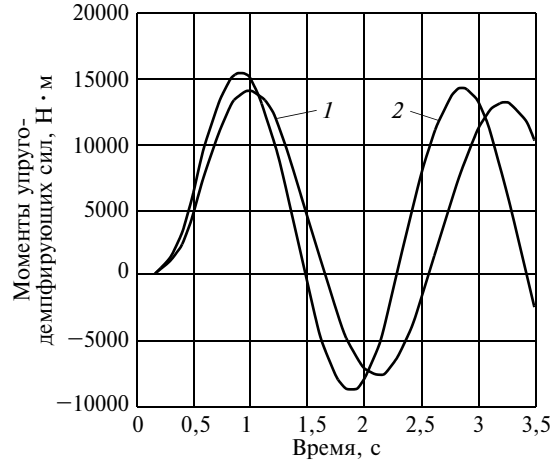


**Рис. 5. Динамические моменты на участках привода движителей левого и правого бортов при разных значениях коэффициентов крутильной жесткости участков:**

*1* — на участке привода левой гусеницы; *2* — правой

комментариев. Отметим лишь главные качественные отличия. Считается, что процесс буксования движителя является непрерывным, в частности потому, что наши органы зрения воспринимают его именно таковым. Однако из рисунка видно, что кривые изменения моментов упруго-демпфирующих сил носят выраженный колебательный характер, и вследствие этого буксование или его отсутствие будет наблюдаться в зависимости от того, выполняется условие (16) или нет. При этом в силу несимметричности (неравенства величин коэффициентов крутильных жесткостей) системы происходит рассогласование "по горизонтали" значений моментов упруго-демпфирующих сил с тенденцией их протекания в противофазе, что не способствует подвижности машины.

В заключение рассмотрения рис. 5 в качестве вывода отметим, что задача распределения моментов по ветвям привода может быть успешно решена только при наличии пространственной модели. Плоскостная или тем более одномассовая модель не в состоянии ее решить.

К другой группе динамических параметров, влияющих на все без исключения показатели работы машин, относятся моменты инерции масс ДТУ (третья группа динамических параметров — коэффициенты демпфирования крутильных колебаний — не исследуется в связи с трудностью реализации их оптимальных значений в конструкции ДТУ). Что касается исследуемых показателей проходимости ($h_б$ и $V_б$), то на них благоприятно сказывается увеличение моментов инерции вращающихся масс, в частности, масс водил квазипланетарных бортовых редукторов. Кроме того, как показывают расчеты, значительный эффект приносит изменение величины массы $m_a$ машины. Например, увеличение массы исследуемого гусеничного вездехода на 2000 кг (остальные конструктивные параметры штатные, грунт тот же) уменьшает приращение глубины колеи от 0,13 м при штатной массе до 0,11 м, а величину скорости буксования от 1,43 м/с до 0,32 м/с. Уменьшение массы машины на ту же величину наоборот ухудшает исследуемые показатели проходимости — глубина колеи увеличивается до 0,14 м, а скорость буксования до 3,27 м/с (процентные соотношения читатель может оценить сам). Не принимая в расчет очевидное в связи с этим влияние изменения сцепного веса, следует констатировать, что уменьшение величин коэффициентов крутильной жесткости и (или) увеличение значений массовых параметров системы означает, что на улучшение проходимости в определенной мере может влиять уменьшение собственных частот динамической многозвенной системы ДТУ.

### Выводы по работе

1. Научная ценность. Представленные соотношения, атрибутивно связанные с моделями [см. "Грузовик" № № 6—11, 2015 г.] и описывающие буксование движителя в условиях безостановочного движения, позволяют исследовать важное технико-эксплуатационное свойство мобильной машины — опорную проходимость — с учетом всего спектра взаимодействий, происходящих в пространственной динамической многозвенной сложноструктурированной системе ДТУ—подвеска и в более широком смысле в системе ЧМС.

2. Практическое значение. Модель опорной проходимости реализована численным методом, и это позволяет в автоматизированном режиме проводить оптимизационные исследования. В качестве примера показано, что на показатели ($h_б$ и $V_б$) опорной проходимости значительное влияние оказывают величины динамических параметров ДТУ — крутильная жесткость влияющего участка ведомой ветви и массовые характеристики машины. В более общей постановке вопроса можно говорить о том, что появляется возможность через изменение величин конструктивных параметров влиять как на улучшение упомянутых показателей, так и проходимости в целом как свойства машины.

УДК 629.113
**Е. В. Балакина**, д-р техн. наук, профессор, ВолгГТУ, e-mail: balakina@vstu.ru,
**А. В. Кочетков**, д-р техн. наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: soni81@mail.ru,
**Р. Р. Санжапов**, ВолгГТУ, e-mail: rs@vstu.ru, **Н. М. Зотов**, канд. техн наук, доцент, ВолгГТУ, e-mail: zotovnm@vstu.ru

# ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ ПУТЕМ ВЫБОРА ВЕЛИЧИНЫ БАЗЫ

*Влияние базы колесной машины (КМ) на ее устойчивость движения неоднозначно. Величина базы не только определяет текущие значения нормальных нагрузок колес на дорогу, но и обеспечивает степень неравномерности роста коэффициентов продольного скольжения на разных колесах. Величина этой неравномерности зависит от режима движения и скорости машины. В статье описана разработанная авторами методика выбора величины базы КМ по критерию улучшения оценочных показателей устойчивости движения, а также изложены результаты расчета по ней.*

***Ключевые слова:*** *колесная машина, устойчивость движения, выбор величины базы.*

Все многочисленные требования к КМ не могут быть удовлетворены полностью, так как входят в противоречие как между собой, так и с требованиями снижения стоимости. Поэтому процесс конструирования машины основан на принятии компромиссных решений, обеспечивающих оптимальное сочетание различных свойств, совокупность которых определяет качество автомобиля. Величина базы, как известно, определяет величины продольного перераспределения нормальных нагрузок при торможении и переезде неровностей дороги. При торможении с максимальными коэффициентами сцепления это перераспределение не должно существенно перегружать шины передних колес (максимальная нагрузка не должна превышать допустимой нормальной нагрузки выбранной шины). Иначе придется менять шины на более прочные, которые имеют больший диаметр и большую массу, а любое увеличение неподрессоренной массы негативно сказывается на устойчивости, управляемости и тормозной динамике автомобиля. Таким образом, с целью заведомого неухудшения устойчивости, управляемости и тормозной динамики вновь создаваемой модели машины, базу желательно уменьшать или сохранять как у прототипа. В случае возникновения потребности некоторого увеличения базы по имеющимся причинам, необходимо, по возможности, ограничиваться таким ее увеличением, чтобы не пришлось увеличивать массу шин.

Авторами выявлен еще один путь влияния базы КМ на параметры ее устойчивости движения как при равномерном движении, так и при торможении: через неравномерность роста коэффициентов продольного скольжения на разных колесах [1, 2]. Величина этой неравномерности, как выяснилось, зависит от режима движения и скорости машины, отсюда это влияние на "поведение машины на дороге" является неоднозначным и требует исследования.

Построены зависимости между базой и массами (полной и снаряженной) разных транспортных средств (ТС), пример которой показан на рис. 1. Полученные формулы приведены в таблице.

Установлено, что в пределах 20-процентного разброса целесообразно изменять базу при той же массе автомобиля, не нарушая общепринятых пропорций машины.

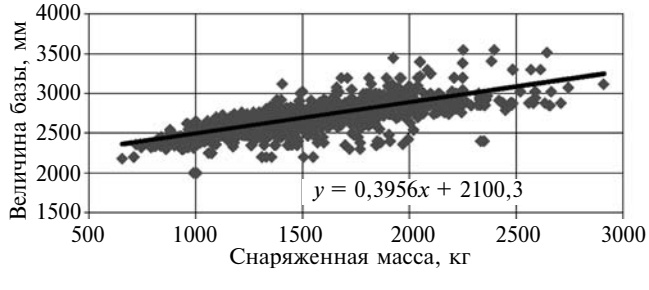


**Рис. 1. Аппроксимированная зависимость между базой и снаряженной массой легковых автомобилей**

**Полученные формулы, описывающие построенные зависимости между базой и массой для разных транспортных средств**

| Вид транспортного средства | Полученная зависимость между базой и массой |
|---|---|
| Легковые автомобили | $B_а = 0{,}3956M_{сн} + 2100{,}3$ |
| Автобусы | $B_а = 0{,}3075M_{сн} + 2184{,}2$ |
| Грузовые автомобили | $B_а = 0{,}1434M_{сн} + 2948{,}9$ |
| | $B_а = 0{,}0314M_{п} + 3205{,}6$ |
| Примечание. $B_а$ — база, мм; $M_{сн}$ — снаряженная масса, кг; $M_{п}$ — полная масса, кг. | |

Аппроксимированные зависимости базы от массы ТС показаны на рис. 2. Разработана расчетная методика оценки влияния базы на устойчивость движения КМ. Проведена серия расчетов с целью определения величин оценочных параметров устойчивости движения при разных диапазонах значений баз, разных режимах движения и разной загрузке КМ. Для полноты анализа влияния базы колесной машины на устойчивость ее движения рассматривались в диапазоне эксплуатационных скоростей все режимы движения:

— равномерное прямолинейное (покрытие — сухой асфальтобетон с коэффициентом сцепления при юзе 0,8);

— равномерное в повороте (покрытие — сухой асфальтобетон с коэффициентом сцепления при юзе 0,8);

— торможение на прямой (покрытие — сухой асфальтобетон с коэффициентом сцепления при юзе 0,8);

— торможение в повороте (покрытие — сухой асфальтобетон с коэффициентом сцепления при юзе 0,8);

— торможение на "микст" "мокрый асфальтобетон — мокрый базальт" (с коэффициентами сцепления при юзе по бортам: слева — 0,5; справа — 0,3).

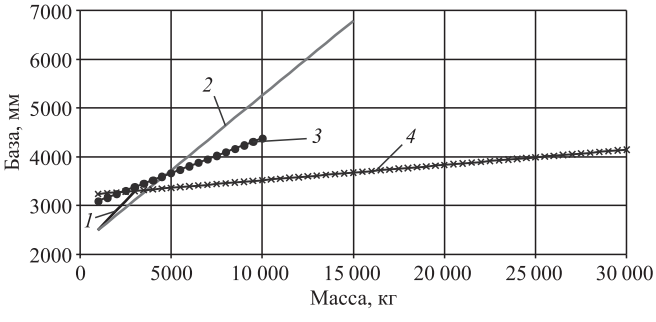


**Рис. 2. Аппроксимированные зависимости базы от массы для разных видов транспортных средств:**

*1* — легковые автомобили (снаряженная масса); *2* — автобусы (снаряженная масса); *3* — грузовые автомобили (снаряженная масса); *4* — грузовые автомобили (полная масса)

Особый интерес представляют режимы торможения, так как связаны с продольным перераспределением нормальных реакций (зависит от базы) и режимы поворота, так как связаны с поперечным распределением нормальных реакций. Самый экстремальный из перечисленных — режим торможения в повороте, так как происходит перераспределение реакций в двух направлениях. Именно характер перераспределения нормальных реакций определяет порядок блокирования колес (при отсутствии электронной системы управления движением) или порядок "выхода" колес на определенное значение коэффициента продольного скольжения колеса (при наличии такой системы). Это явление обусловливает разные продольные реакции на колесах автомобиля и, соответственно, через явления увода и колебаний управляемых колес влияет на устойчивость движения автомобиля.

При исследовании режима "поворот" моделировался правый поворот радиусом 35 м в соответствии с разметкой испытательного участка "вход в поворот" автополигона НИЦИАМТ ФГУП "НАМИ". При исследовании режима торможения на "микст" моделировался соответствующий испытательный участок автополигона НИЦИАМТ ФГУП "НАМИ" "мокрый асфальтобетон — мокрый базальт" (с коэффициентами сцепления при юзе по бортам: слева — 0,5; справа — 0,3). Расчеты производились при полной и снаряженной массе сначала при номинальной базе для разных скоростей движения и выявлялась для соответствующего режима максимальная скорость, при которой автомобиль еще находится в габаритном коридоре движения. Затем производились расчеты для этой скорости в соответствующем режиме и изменялось значение базы от номинального до + 20 % и –20 % номинального в обе стороны через 5 %.

Проведен анализ полученных результатов и алгоритма влияния базы на линейное отклонение, тормозной путь и угол разворота КМ в режиме экстренного торможения прямолинейного на "микст" и в повороте.

Установлено, что симметричное изменение базы относительно прототипа не влияет на устойчивость движения. Изменение базы за счет изменения расстояния от задней оси до центра масс (для автомобиля с передним расположением двигателя), что конструктивно удобнее, существенно влияет на устойчивость движения, особенно в режимах торможения при наличии боковой силы: прямолинейном на "микст" и в повороте.

Установлено, что влияние базы автомобиля на его устойчивость движения неоднозначно по трем признакам: явлению увода эластичных колес, явле-

нию самоповорота управляемых колеса, свойствам блокирования колес (или "выходу" их на заданное значение коэффициента продольного скольжения при наличии АБС). Доказано, что при изменении базы в любую сторону порядок блокирования колес (или порядок "выхода" их на заданное значение коэффициента продольного скольжения) сохраняется.

Выявлено, что порядок блокирования колес не соответствует порядку распределения нормальных реакций на них по причине совместного действия пяти факторов:

— сцепные свойства шины с дорогой;

— нормальная нагрузка, определяющая момент по сцеплению;

— нормальная нагрузка, приводящая к увеличению радиальной деформации шины, уменьшению динамического радиуса и уменьшению по этой причине момента по сцеплению;

— нормальная нагрузка, приводящая к увеличению радиальной деформации шины, уменьшению динамического радиуса и увеличению по этой причине коэффициента продольного скольжения колеса;

— нормальная нагрузка, приводящая к увеличению радиальной деформации шины, увеличению длины пятна контакта, увеличению стабилизирующего момента шины и уменьшению увода.

Какой из этих процессов идет быстрее, тот и определяет время блокирования колеса (или "выход" его на заданное значение коэффициента сцепления).

На рис. 3 показано изменение текущих нормальных нагрузок во времени при движении образца КМ. На рис. 4 показано изменение текущих коэффициентов сцепления во времени при движении образца КМ. На рис. 5 и 6 представлены результаты анализа в графическом виде.

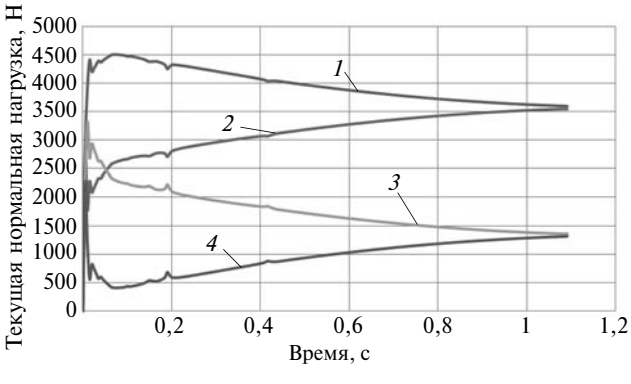


**Рис. 3. Изменение нормальных нагрузок колес автомобиля на дорогу:**

*1* — переднее левое; *2* — переднее правое; *3* — заднее левое; *4* — заднее правое

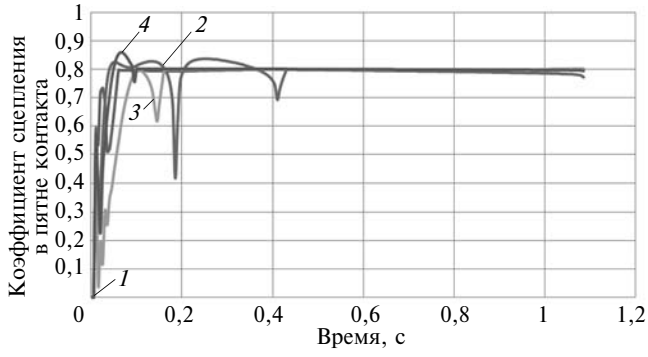


**Рис. 4. Изменение текущих коэффициентов сцепления шин с дорогой:**

*1* — переднее левое; *2* — переднее правое; *3* — заднее левое; *4* — заднее правое

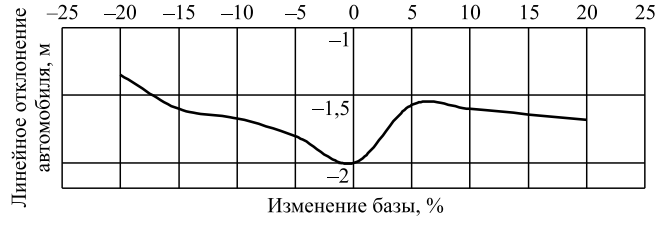


**Рис. 5. Линейное отклонение автомобиля от заданной траектории движения в режиме торможения в повороте радиусом 35 м на сухом асфальтобетоне при изменении базы**

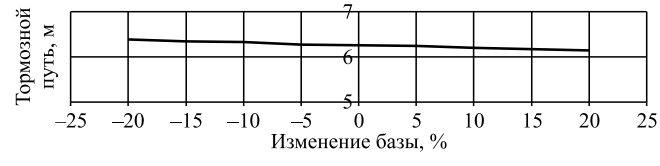


**Рис. 6. Тормозной путь автомобиля в режиме торможения в повороте радиусом 35 м на сухом асфальтобетоне при изменении базы**

На примере рассматриваемого объекта КМ доказано, что уменьшение базы на 20 % меньшего номинального, дает:

— улучшение траекторной устойчивости до 43 % — при торможении на "микст" и до 33 % — при торможении в повороте на сухом асфальтобетоне;

— улучшение курсовой устойчивости до 22 % — при торможении на "микст" и до 42 % — при торможении в повороте на сухом асфальтобетоне.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. **Санжапов Р. Р.** Анализ влияния базы автомобиля на его устойчивость движения и управляемость / Р. Р. Санжапов, Е. В. Балакина // Автомобильная промышленность. — 2009. — № 6. — С. 25—27.
2. **Санжапов Р. Р.** Анализ влияния базы колесной машины на устойчивость движения / Р. Р. Санжапов, Е. В. Балакина // Тракторы и сельхозмашины. — 2011. — № 8.— С. 21—24.

УДК 550.837
**А. В. Кочетков,** д-р техн. наук, профессор,
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
E-mail: soni.81@mail.ru

# ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПОЛОСАХ ОТВОДА И ПРИДОРОЖНЫХ ПОЛОСАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*В соответствии с Федеральным законом "Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений" на объект религиозного назначения должна быть разработана проектная документация, также должно быть подписано заверение о соответствии установленного объекта этому закону и другим нормативным и контрактным документам, а также указан срок службы каждого элемента сооружения: фундамента, основания, самой конструкции, сопутствующей инфраструктуры. Необходимо оценить риск возникновения дорожно-транспортного происшествия под влиянием фактора опасности от влияния объекта религиозного назначения на снижение уровня безопасности дорожного движения. Объект религиозного назначения должен учитываться в отраслевой автоматизированной базе дорожных данных.*

***Ключевые слова:*** *объект религиозного назначения, техническое регулирование, база данных, дорожное хозяйство, инженерное сопровождение, несанкционированная установка.*

## Введение

На федеральной и территориальной сети автомобильных дорог уже неуправляемой прогрессирующей тенденцией стала установка в придорожной полосе, а в последнее время и на обочинах дорог, несанкционированных объектов дорожной инфраструктуры: несанкционированных базаров, киосков ларьков, магазинов, объектов религиозного назначения. Они устанавливаются вблизи населенных пунктов, на возвышениях, на съездах или пересечениях автомобильных дорог, а также на внешне ничем не примечательных местах. Их размещение часто связано с вырубкой деревьев и кустарников, например в лесозащитных полосах.

## Постановка проблемы

Рассмотрим подробно проблему на примере объектов религиозного назначения. Основание и фундамент их, как правило, не подготовлены или выполнены без соответствующих расчетов и проектной документации.

Сама установка объекта обычно делается без уведомления органа государственной власти и органа управления автомобильными дорогами, хотя должна квалифицироваться как религиозное мероприятие, подпадающее под действие Федерального закона "О религии", требующего согласование на его проведение [1].

С формальной точки зрения такая установка противоречит целому перечню Федеральных законов: "Об автомобильных дорогах и автодорожной деятельности...", "О техническом регулировании", "О безопасности дорожного движения", "Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений", "О религии", а также техническому регламенту Таможенного союза "Безопасность автомобильных дорог" [1—6].

Нельзя забывать, что Российская Федерация — светское государство [1], религиозные мероприятия должны осуществляться в специально отведенных для этого местах, по сети автомобильных дорог общего пользования ездят атеисты и верующие других религиозных направлений.

Наличие объекта вблизи проезжей части увеличивает степень риска возникновения дорожно-транспортного происшествия, уменьшает габариты приближения, нарушает архитектурно-ландшафтное восприятие пространства вокруг автомобильной дороги, затрудняет проведение работ по ее реконструк-

ции, ремонту и содержанию. Велика вероятность падения несанкционированных объектов на проезжую часть автомобильной дороги, например, под воздействием сейсмической или ветровой нагрузки. В целом и срок службы такого объекта ограничен. Нет ответа и на вопрос, кто должен проводить мониторинг его состояния, безопасного для дорожного движения, что делать, если он окажется в аварийном состоянии [4].

Можно понять благие намерения людей, устанавливающих, например, объекты религиозного назначения. К этому, безусловно, следует относиться спокойно и доброжелательно. Но конфликтом может стать право требовать размещения своих объектов со стороны разных религиозных направлений, возросшая статистика дорожно-транспортных происшествий, строительство часовен или мечетей, которое не позволит расширять автомобильную дорогу или проводить дорожные работы.

Налицо неопределенность и в принятии решения о согласовании размещения этих объектов, требующая при разработке нормативных документов анализа признаков коррупционной составляющей.

Сам объект может потребовать соответствующей инфраструктуры в виде остановочного пункта или хотя бы укрепленной обочины, пешеходного прохода, возможно съезда, освещения, а также ограждения. Это вызывает и изменение скоростного режима транспортного потока в месте размещения объекта религиозного назначения [3].

Объект может изменить температурно-влажностный режим придорожной полосы и конструкции автомобильной дороги, вызвать повышенный риск оползня или эрозии склонов, просадки обочин и дорожного покрытия, переувлажнение земляного полотна [4].

Можно понять причины, по которым строительство объектов осуществляется в придорожной полосе или на обочине автомобильной дороги общего пользования. Ведь не надо строить подъезд, не надо привлекать внимание верующих, не надо затрачивать средства на их информирование. Но автомобильная дорога — не место для реализации таких целей [1].

Однако запретительные меры представляются малоэффективными. По мнению автора, не следует верующих и религиозные организации лишать права на реализацию своих убеждений. Просто право установки этих объектов должно быть введено в нормативную базу дорожного хозяйства.

**Методы решения проблемы**

Проблема должна иметь правила регулирования в виде механизмов государственно-частного партнерства. В этом, например, заинтересованы мусульманские организации, планирующие размещение мечетей в придорожной полосе федеральных автомобильных дорог.

Во-первых, процедура согласования размещения, установки и содержания объекта должна находиться в существующем правовом поле федерального законодательства, нормативных документов и существующей практики разработки спецпроектов дорожного хозяйства.

Во-вторых, объект должен иметь зарегистрированного собственника, имеющего права, ответственность и обязанности.

В-третьих, должен быть разработан отраслевой дорожный методический документ "Рекомендации по инженерно-техническому сопровождению согласования размещения и содержания объектов дорожной инфраструктуры на обочине, в придорожной полосе и в полосе отвода автомобильных дорог общего пользования".

В-четвертых, в соответствии с Федеральным законом "Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений" на объект должна быть разработана проектная документация, также должно быть подписано заверение о соответствии установленного объекта этому закону и другим нормативным и контрактным документам, а также указан срок службы каждого элемента сооружения: фундамента, основания, самой конструкции, сопутствующей инфраструктуры [4].

Необходимо оценить риск возникновения дорожно-транспортного происшествия под влиянием фактора опасности от влияния объекта на снижение уровня безопасности дорожного движения, разработать перечень мероприятий по устранению или компенсации риска причинения вреда [2, 6].

Объект должен учитываться в отраслевой автоматизированной базе дорожных данных АБДД "ДОРОГА", иметь свидетельство о регистрации в регистрационной палате, паспорт с техническими характеристиками, иметь на своей конструкции табличку с идентификационными признаками установивших, их адресом и телефоном.

Выдача технических условий на согласование размещение объекта и проведение технического надзора

по его установке должно осуществляться органом управления автомобильными дорогами бесплатно. А вот инженерно-техническое сопровождение с оценкой степени риска причинения вреда — с оплатой работ через внебюджетный счет органа управления автомобильными дорогами (разработка спецпроекта и на устранение или компенсацию риска причинения вреда).

Также должна быть разработана процедура идентификации собственника объекта, и, в случае его отсутствия, демонтажа и передачи объекта в ближайшую религиозную или ритуальную организацию (по согласованию).

Демонтаж должен осуществляться только работниками религиозных организаций и оформляться актом. Оплата работ должна проводиться из указанных внебюджетных счетов органов управления дорожного хозяйства или федерального бюджета при реализации процедур досудебного или судебного порядка.

Также не регламентирован вопрос строительства и эксплуатации автомобильных дорог вблизи существующих капитальных объектов религиозного назначения — церквей, монастырей, часовен, святых источников, мечетей. Возможно, следует устанавливать знаки и информационные объекты об этих объектах, пунктах остановки или осмотра или о снижении скорости.

Также установка объектов должна включаться в разработку планов развития дорожной инфраструктуры для каждого органа управления дорожным хозяйством, наряду со станциями технического обслуживания, автозаправочными станциями, мотелями, пунктами питания и торговли, остановочных пунктов. Более того, имеет смысл их совмещать в одном месте.

Предполагается, что данная проблема должна пройти свое обсуждение на уровне Общественного совета Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации с привлечением средств массовой информации и представителей различных религиозных направлений.

С другой стороны, стоит выступить с законодательной инициативой предложения разработки и принятия законодательных актов в области регулирования этой проблемы.

### Выводы

1. В соответствии с Федеральным законом "Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений" на объект религиозного назначения должна быть разработана проектная документация.
2. Необходимо оценить риск возникновения ДТП под влиянием фактора опасности от влияния объекта религиозного назначения на снижение уровня безопасности дорожного движения.
3. Объект религиозного назначения должен учитываться в отраслевой автоматизированной базе дорожных данных АБДД "ДОРОГА".

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. **Федеральный закон** "Об автомобильных дорогах и автодорожной деятельности..."
2. **Федеральный закон** "О техническом регулировании".
3. **Федеральный закон** "О безопасности дорожного движения".
4. **Федеральный закон** "Технический регламент "О безопасности зданий и сооружений".
5. **Федеральный закон** "О религии".
6. **Технический регламент Таможенного союза** "Безопасность автомобильных дорог".


## "РАСКАТ" обсуждает экологию больших городов

В Санкт-Петербурге прошел форум "Экология большого города 2015", который объединил тысячи экспертов, занятых в сфере экологической безопасности.

Это единственное конгрессно-выставочное мероприятие в Северо-Западном регионе на тему экологии. Профессионалы отрасли смогли поучаствовать в деловой и выставочной программах: найти поставщиков и клиентов, завести полезные бизнес-связи, познакомиться с новинками рынка. Вопросы защиты окружающей среды все более остро встают перед государством. В условиях укрупнения областных центров, необходимости развития промышленных предприятий — пропорционально увеличивается нагрузка на экологию регионов, поэтому в обсуждении приняли участие не только предприниматели общественные деятели, а также представители органов власти.

*Пресс-служба ТК "Ивановская марка"*

УДК 65.01
**А. А. Ременцов**, аспирант МАДИ (ГТУ)
E-mail: Arementsov@yandex.ru

# ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В ДОРОЖНОМ СЕКТОРЕ — СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ

*Рассмотрено значение механизма ГЧП как инструмента развития транспортной инфраструктуры и сотрудничества власти и бизнеса. Проведена оценка применения механизмов ГЧП с точки зрения возможности реализации проектов (дорожный сектор) любого масштаба в государственных интересах с привлечением частного бизнеса, при обеспечении получения бизнесом прибыли и решения государственных задач одновременно. Рассмотрен новый механизм отложенных налоговых платежей. Приведена статистика и основные тенденции в рамках реализации проектов дорожного строительства.*

***Ключевые слова:*** *механизм ГЧП, транспортная инфраструктура, частный бизнес, риски проекта, отложенные налоговые платежи, стратегические задачи, государственно-частное партнерство.*

Универсальность механизма государственно-частного партнерства подразумевает самое широкое его применение. Наиболее часто он уже применяется в транспортных инфраструктурных проектах (дорожное строительство).

Применение механизмов ГЧП обеспечивает не только приток инвестиций в проекты транспортной инфраструктуры, но и повышает их эффективность благодаря прагматичному и эффективному подходу к управленческим решениям, улучшению системы отчетности по проекту, усилению конкуренции, снижению коррупционной составляющей.

В России инвестиции в транспортную инфраструктуру составляют 3,6—4,2 % ВВП, что близко к среднемировому показателю. К 2020 г. объем инфраструктурных инвестиций достигнет 650 млрд долл. (в среднем 90 млрд долл. в год). Этих средств достаточно для умеренного расширения инфраструктуры и постепенного улучшения ее качества, но не для опережающего развития (рис. 1). На смену крупным проектам, таким как строительство инфраструктуры для Олимпийских игр в Сочи, приходят не менее масштабные: расширение БАМа и Транссиба, строительство платных дорог на основе концессии; рассматривается возможность строительства ВСМ Москва—Казань с участием частных инвесторов (Газпромбанк. Аналитический обзор "Инфраструктура России" М., 2014, с. 1). Объем частных инвестиций в инфраструктуру до 2020 г. может составить 25—40 млрд долл. Что касается инвестиций в транспортную инфраструктуру, то основная нагрузка ляжет на дорожное строительство (50 %).

Более 50 % совокупных инвестиций в транспортную инфраструктуру приходится на строительство и реконструкцию автомобильных дорог. После нескольких десятилетий хронического недофинансирования дорожной отрасли ситуация начинает постепенно улучшаться. Восстановлены дорожные фонды, увеличивается их финансирование из бюд-

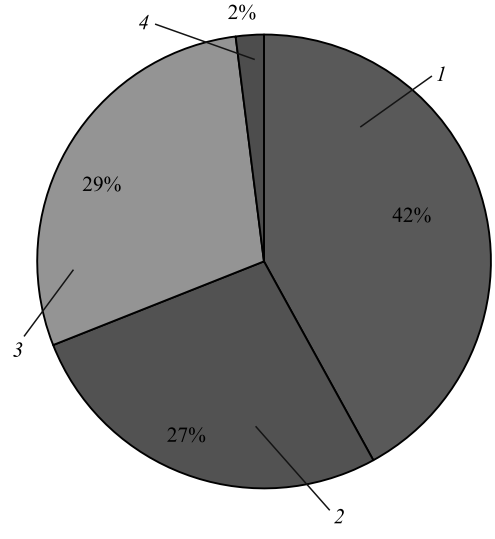


**Рис. 1. Структура инвестиций в инфраструктуру в рамках ГЧП, 2008—2012 гг., млрд долл. (по данным Всемирного Банка):**

*1* — энергетика; *2* — транспорт; *3* — телекоммуникации; *4* — водоснабжение

Таблица 1

**Целевые показатели по развитию автомобильных дорог в России (Источник: Федеральная целевая программа)**

| Показатели | Годы | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Протяженность автомобильных дорог федерального значения, соответствующих нормативным требованиям, км | 19 545 | 19 755 | 21 098 | 23 225 | 26 293 | 31 561 | 36 505 | 41 501 | 44 085 | 45 362 | 46 040 |
| Доля протяженности автомобильных дорог федерального значения, соответствующих нормативным требованиям, % | 39 | 39 | 42 | 46 | 53 | 62 | 71 | 79 | 83 | 85 | 85 |
| Строительство и реконструкция автомобильных дорог федерального значения, км | 411,9 | 309,6 | 355,2 | 451,5 | 566,2 | 652,5 | 734,2 | 1159,5 | 1296,7 | 1199,1 | 1344,8 |

жетов, повышаются акцизы на топливо, но главное — развивается государственно-частное партнерство (ГЧП) в области дорожных концессий, привлекательность которых в глазах инвесторов растет с каждым годом. Например, если несколько лет назад в тендерах по строительству участков платной трассы Москва — Санкт-Петербург участвовали один-два российских подрядчика, то сейчас в новых тендерах по строительству других участков этой трассы участие принимают 3—4 компании. За строительство моста через реку Лена конкурировали два консорциума при поддержке иностранных строительных компаний (China Construction Corporation и Vinci).

Строительство и реконструкция автодорог на основе государственно-частного партнерства до 2020 г. составит 1916 км, включая магистрали федерального значения [3] (табл. 1).

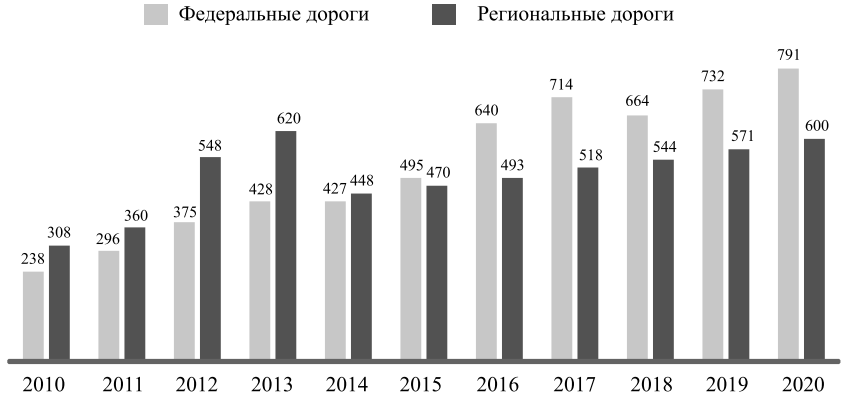


**Рис. 2 Оценка общего объема инвестиций в транспортную инфраструктуру, млрд руб.**

Не менее актуально для дорожников и обустройство дорожной инфраструктуры объектами сферы обслуживания с привлечением механизмов государственно-частного партнерства (рис. 2).

Государственно-частное партнерство в дорожном секторе приобретает особое значение, потому как только в рамках ГЧП организация, привлеченная для строительства (реконструкции) объекта, принимает на себя не только строительные, но и эксплуатационные риски. Государственно-частное партнерство предполагает заключение долгосрочных концессионных соглашений на период жизненного цикла вводимого в строй объекта, операторских контрактов и инвестиционных соглашений. Предусмотрен здесь и механизм возврата осуществленных инвестиций посредством сбора платы за проезд, а также эксплуатационные платежи концедента на ремонт и обслуживание трассы.

Частный партнер в течение длительного срока после завершения строительства либо использует построенную им автомобильную дорогу по целевому назначению, либо принимает на себя обязательства по ее техническому обслуживанию. И в том, и в другом случае увеличение расходов на капитальный и текущий ремонт автомобильной дороги — риски частного партнера, поэтому выбор механизма реализации проекта с минимальными рисками приобретает особое значение.

Ключевая проблема, которую предстоит решить в ближайшее время для значительного увеличения частных инвестиций в отрасль, — нахождение разумного

баланса между риском и доходностью инфраструктурных проектов. В прошлом инвестиционные риски инфраструктурных проектов были слишком высоки, а потенциальная доходность — незначительна, что снижало интерес частных инвесторов. Сейчас государство рассматривает возможность предоставления частным инвесторам механизмов финансирования, которые снижают риск инвестиций в инфраструктуру (табл. 2).

В частности, правительства зарубежных стран предоставляют гарантию минимального трафика при инвестициях в транспортную инфраструктуру, защиту частных инвестиций от инфляции, гарантируют инвестору минимальный платеж после завершения строительства инфраструктурного объекта. Ernst&Young провел опрос относительно привлекательности инвестиций в российскую инфраструкту-

Таблица 2

**Типы государственно-частного партнерства**

| Тип партнерства | Описание | Кто несет операционные риски проекта? | Примеры реализации |
|---|---|---|---|
| BOT: Build — Operate — Transfer или BOOT: Build — Own — Operate — Transfer | Концессионер осуществляет строительство и эксплуатацию (в основном на праве собственности) в течение установленного срока, после чего объект передается государству | Инвестор/ Государство | Широко распространен в Индии при строительстве дорог |
| BTO: Build — Transfer — Operate | Концессионер строит объект, который передается государству (концеденту) в собственность сразу после завершения строительства, после чего он передается в эксплуатацию концессионера | Инвестор/ Государство | В России: строительство платной дороги Москва — Санкт-Петербург и ЦКАД |
| BOO: Build — Own — Operate | Концессионер строит объект и осуществляет последующую эксплуатацию, владея им на праве собственности, срок действия которого не ограничивается | Инвестор | Такой контракт распространен при строительстве грузовых терминалов в портах и пассажирских терминалов аэропортов |
| O&M: Operations and Maintenance | Operations and Maintenance: орган власти заключает с частной компанией контракт на предоставление и/или поддержание специфической услуги | Государство | В России: обслуживание федеральной трассы М-4 "Дон" (225—633 км) |
| BBO: Buy — Build — Operate | Покупка—строительство—управление — форма продажи, которая включает восстановление или расширение существующего объекта. Государство продает объект частному сектору, который делает необходимые усовершенствования для эффективного управления | Инвестор | Такая форма партнерства широко применяется в Бразилии, где государство проводит масштабную приватизацию инфраструктурных объектов: автомобильных дорог, аэропортов и портов. В России примером служит приватизация энергетических активов в 2000-х гг. |
| LDO or BDO: Lease — Develop — Operate or Build — Develop — Operate | Частная компания берет в аренду или покупает у органа власти существующее имущество/ оборудование, инвестирует собственные средства в обновление и модернизацию и управляет им в соответствии с условиями контракта с органом власти | Государство | В России: в настоящий момент правительство Москвы ведет переговоры о передаче вагонов метрополитена (депо) для их обслуживания и модернизации частным инвесторам |

ру, согласно которому "68 % опрошенных называют одним из основных препятствий для привлечения частных инвестиций в инфраструктуру недостаточные гарантии возврата инвестиций. Частный сектор готов инвестировать в российскую инфраструктуру, но при этом рассчитывает (по крайней мере, в ходе первых проектов) на необходимое содействие правительства в достижении требуемого уровня доходности, например, через механизм минимального гарантированного дохода (availability payment)".

Источников финансирования инфраструктурных проектов довольно много, однако почти все они будут испытывать трудности с расширением доходной базы в ближайшие годы, поэтому основной акцент направлен на привлечение частных инвесторов. Возможные источники финансирования таковы: федеральный бюджет; фонд национального благосостояния (ФНБ); региональные бюджеты; собственные и заемные средства естественных монополий; бюджетные, собственные и заемные средства ГК "Автодор"; пенсионные фонды; частные инвесторы.

В условиях дефицита бюджетных средств и пенсионного фонда частные инвестиции остаются единственным потенциальным источником для увеличения расходов на инфраструктуру. Для финансирования всех запланированных проектов в области транспортной инфраструктуры может потребоваться до 1,4 трлн руб. частных инвестиций до 2020 г., или около 8 %.

В настоящий момент частные инвесторы вкладывают средства в сегменты транспортной инфраструктуры с наиболее высоким возвратом на вложенный капитал, главным образом в портовые и аэропортовые терминалы. Однако в последнее время растет интерес и к дорожным концессиям в связи с привлекательной долгосрочной доходностью, которая может составлять 10—17 % на вложенный капитал. По оценкам ГК "Автодор", инвесторы вложат в дорожные концессии до 2020 г. около 370 млрд руб.

Свыше 300 млрд руб. частных инвестиций привлечет ГК "Автодор" через дорожные концессии до 2020 г. В период 2014—2020 гг. Автодор планирует направить на дорожное строительство 1,1 трлн руб., что составляет около 22 % всех планируемых инвестиций в федеральные трассы. При этом 70 % средств будет перечислено из федерального бюджета и ФНБ, а **30 % Автодор должен привлечь через инвесторов** (рис. 3).

Дорожные концессии могут принести инвесторам высокую долгосрочную доходность. ГК "Автодор" предлагает инвесторам проекты двух типов концессионных соглашений: с прямым сбором оплаты (direct toll concession) и контракт жизненного цикла (availability payments concession).

**Прямой сбор оплаты** предполагает, что все доходы от автомобильного трафика идут в пользу инвестора. Главный риск, который несет в этом случае инвестор, — риск самого трафика, который может оказаться ниже прогнозируемого (впрочем, в случае более высокого трафика, инвестор получит дополнительную доходность). Подобный тип концессии используется в проектах (или участках дорог) с высоким объемом трафика. В таких проектах доля частного финансирования составляет 40—50 %, а потенциальная внутренняя норма доходности может достигать 15—20 %. Например, СевероЗападная концессионная компания (СЗКК), которая строит участок (15—58 км) трассы Москва — Санкт-Петербург, ожидает внутреннюю норму доходности проекта (IRR) около 17 % (рис. 4).

**Контракт жизненного цикла** предполагает, что 100 % выручки от автомобильного трафика собирает концедент (т. е. ГК "Автодор"), и он же несет риск трафика. Частный инвестор получает фиксированный платеж, включающий в себя возврат на инвестиции (собственные или заемные), плату за обслуживание дороги (эксплуатационный платеж) и фиксированный процент на вложенный капитал, который, как правило, составляет индекс инфляции плюс 4—8 % — в зависимости от результатов тендера, т. е. общая доходность может составить 11,0—14,0 % годовых, что является вполне привлекатель-

| | Концессионные соглашения | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Прямой сбор оплаты (Direct toll concession) | Контракт жизненного цикла (Availability payments concession) | Долгосрочные соглашения | Операторские контракты | Инвестиционные соглашения на предпроектной стадии |
| Предмет соглашения | ▶ Строительство (реконструкция)<br>▶ Софинансирование капитальных затрат<br>▶ Содержание и ремонт, организация сбора оплаты<br>▶ Опционально: разработка проектной документации, землеустроительные работы, подготовка территории строительства | | | ▶ Строительство АСУДД*<br>▶ Содержание и ремонт<br>▶ Организация системы взимания платы | Разработка предпроектной и проектной документации |
| Срок | В зависимости от жизненного цикла объекта: 20—30 лет | | 10—15 лет | | До 4 лет |
| Источник дохода инвестора | Плата за проезд пользователей | Плата за доступность со стороны концедента:<br>▶ Эксплуатационные платежи на содержание<br>▶ Инвестиционные платежи (возврат инвестиций, штрафы и бонусы в зависимости от качества эксплуатации | | | Компенсация концессионера |

* Автоматическая система управления дорожным движением

Источник: ГК «Автодор»

**Рис. 3. Виды инвестиционных соглашений**

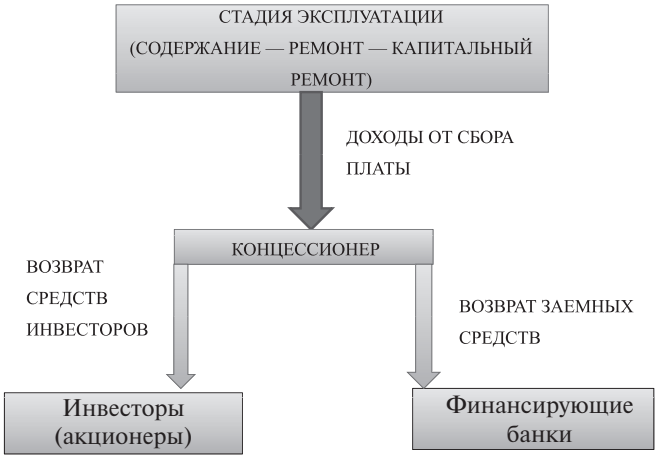


**Рис. 4. Схема денежных выплат инвестору. Прямой сбор оплаты (Direct toll) (Источник: ГК "Автодор")**

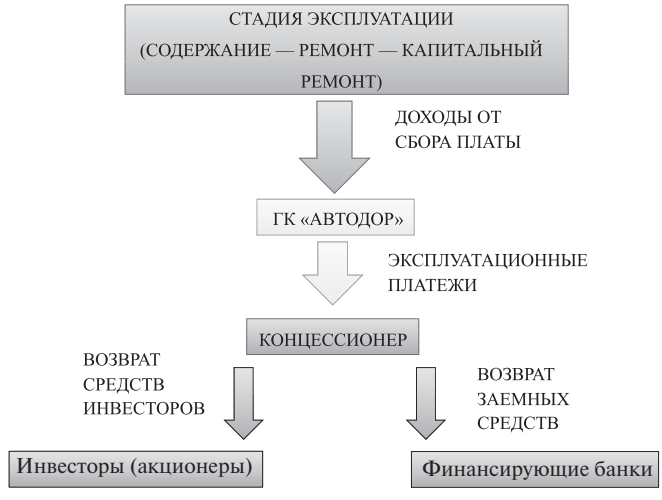


**Рис. 5. Схема денежных выплат инвестору. Контракт жизненного цикла (Availability payments) (Источник: ГК "Автодор")**

ным уровнем в ближайшие 25—30 лет. Кроме того, Автодор может премировать инвестора в случае превышения фактических доходов над плановыми, что может увеличить доходность собственных средств инвестора еще на 1—3 п.п. Данный тип концессии применяется на участках дорог с менее интенсивным движением и более длительным периодом окупаемости, и потому доля частных инвесторов в общем объеме инвестиций не превышает 25—30 % (рис. 5).

Существуют и другие виды инвестиционных соглашений с Автодором, но они применяются в основном в области сервисов и не такие значительные по размеру инвестиций, как концессии.

В настоящий момент ГК "Автодор" уже реализует несколько проектов совместно с частными инвесторами. Строительство первого подобного проекта было завершено в конце 2013 г. — новый выход на МКАД с федеральной автомобильной дороги М-1 "Беларусь" Москва — Минск протяженностью 18,5 км. Сейчас ведется строительство четырех из пяти участков платной скоростной трассы Москва — Санкт-Петербург и одного участка ЦКАД. Заключены операторские контракты с инвесторами по обслуживанию трассы М-4 "Дон".

Одним из механизмов финансирования долгосрочных инвестиционных проектов в области дорожного строительства частными инвесторами на принципах ГЧП также может выступить **механизм отложенных налоговых платежей TIF (Tax Increment Financing)**.

Механизм отложенных налоговых платежей подразумевает финансирование объектов инфраструктуры, создание и развитие которых относится к полномочиям Российской Федерации, субъекта Российской Федерации или муниципальных образований, и необходимых для успешной реализации коммерческого проекта, за счет средств инвестора (инвесторов) проекта с последующей компенсаций всех или части понесенных затрат путем уменьшения налоговых отчислений будущих периодов компании-инвестора. Такой механизм позволяет отложить во времени платежи государственного бюджета за создание объектов общественной инфраструктуры, необходимой для реализации приоритетных для экономического развития инвестиционных проектов. Это особенно важно в условиях перегруженности бюджета социальными расходными обязательствами. Данный механизм может стать основным механизмом реализации инфраструктурных проектов дорожного строительства, где возвратность инвестиций в инфраструктуру обеспечивается лишь при условии комплексного развития территории.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Торгово-промышленная палата Российской Федерации.** "О повышении роли бизнеса в развитии экономики регионов Дальнего Востока и реализации Тихоокеанской политики России". Информационно-аналитический материал к заседанию Правления ТПП Российской Федерации. — М., 2014. — С. 70.
2. **Ревзина О. В., Давыдова А. А.** Новые формы развития ГЧП // Автомобильные дороги. — 2013. — № 7. — С. 34.
3. **Дороги России.** — 2013. — № 5. — С. 13.
4. **Газпромбанк.** Аналитический обзор "Инфраструктура России". — М., 2014. — С. 67.

УДК 334.726
**С. С. Возмилова**, аспирант, e-mail: sv.vozmilova@mail.ru, **Н. А. Волгина**, д-р экон. наук, профессор, РУДН, e-mail: nat_volgina@yahoo.com

# АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ В СТРАНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

*В последние годы отрасль автомобилестроения динамично развивается в странах Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ). Так, за период 2000—2014 гг. доля ЦВЕ в мировом производстве автомобилей возросла с 1,8 до 5 %, а в европейском — с 5 до 20 % соответственно. Мотором развития автомобилестроения в регионе стал мощный приток иностранного капитала, который объясняется не только благоприятными экономическими факторами (сохранившиеся с советских времен производственные мощности, относительно низкая стоимость рабочей силы по сравнению с ее достаточно высокой квалификацией, удачное географическое положение), но также и эффективная промышленная политика правительств стран ЦВЕ. Зарубежные инвесторы, среди которых Volkswagen, Renault, Peugeot-Citroen, Fiat, GM, Ford, Toyota, Hyundai-KIA, Suzuki использовали различные способы выхода на рынок стран ЦВЕ: сначала "браунфилды" и СиП — для проникновения на рынок, а затем — "гринфилды" — для закрепления на нем. Авторы приходят к выводу, что характерной особенностью автомобилестроения ЦВЕ стал его экспортоориентированный характер, а ключевым трендом развития — формирование в странах ЦВЕ цепочек создания стоимости, размещение сборочных заводов (здесь лидируют Чехия и Словакия), а затем и формирование сети поставщиков различных уровней.*

***Ключевые слова:*** *автомобильное производство, Центральная и Восточная Европа (ЦВЕ), автопроизводители (OEM — original equipment manufactures), прямые иностранные инвестиции (ПИИ), "гринфилд" инвестиции ("инвестиции "с нуля"), "браунфилд" инвестиции, слияния и приобретения (СиП), цепочки создания стоимости, сборочные предприятия, автопоставщики.*

## Введение

За последние десятилетия в географии мировой автомобильной промышленности произошли существенные сдвиги. На фоне укрепления позиций развивающихся стран, роста стоимости ресурсов (в первую очередь, цен на нефть), а также роста затрат на НИОКР, ведущие автопроизводители предприняли ряд мер по реструктуризации бизнеса. Они сфокусировались на формировании стратегических альянсов, продвижении концепции "бережливого производства", повышении требований к поставщикам и возложения на них большей ответственности, перемещении производства в регионы с низкими издержками.

В русле указанных трансформационных процессов в регионе ЦВЕ быстрыми темпами начала развиваться автомобильная промышленность. Чехия, Польша, Словакия, Венгрия и Румыния стали основными представителями автоиндустрии в регионе. Само географическое расположение этих стран в центре Европы сыграло стратегическую роль для роста потоков прямых иностранных инвестиций (ПИИ) крупнейших мировых автопроизводителей, так как расположившиеся там заводы могут поставлять продукцию как на Запад, так и на Восток. Помимо этого уровень заработной платы в указанных странах существенно ниже, чем в странах Западной Европы, а уровень квалификации работников достаточно высок.

Относительно быстрый рост автомобильной промышленности Центральной и Восточной Европы привлекает внимание не только экономистов, но и крупнейших консалтинговых компаний, финансовых групп и пр. Представители бизнеса хотят получать аналитическую информацию о динамике формирования автомобильной отрасли в странах ЦВЕ для принятия решений о целесообразности будущего инвестирования в данном регионе. Большой пласт научных работ посвящен общим обзорам

автоиндустрии в ЦВЕ. Так, научные публикации П. Хаиса, Б. Малберга и М. Моллинга "Автомобильная индустрия в ЦВЕ — Двигатель роста или свободное плавание" [1], Д. Ричнитцера и М. Смахо "Автоиндустрия и конкурентоспособность региона ЦВЕ" [2], а также весьма объемное исследование С. Радосевика и А. Розеика "ПИИ и реструктуризация автомобильной промышленности в ЦВЕ" [3] посвящены роли и значению ПИИ в формировании автомобильного бизнеса в регионе ЦВЕ.

Проведены интересные исследования о взаимосвязях различных секторов бизнеса, в том числе, автомобильного, в частности рабочий доклад М. Бэблави, Д. Драхокоупила и др. "Связь рынка труда и технологических инноваций в ЦВЕ: кейс автомобильной промышленности и отрасли программного обеспечения" [4]. Многочисленные исследования и отчеты постоянно публикуются ведущими консалтинговыми агентствами Ernst and Young [21], KPMG [26], PMR [27], а также финансовыми группами, к примеру UniCredit Group [9].

В данной работе мы попытаемся выявить ключевые тенденции в формировании автомобильной промышленности в странах Центральной и Восточной Европы. В связи с этим в статье будут рассмотрены особенности процесса становления автомобильной промышленности в регионе ЦВЕ, предпосылки и факторы, послужившие его стремительному росту, а также влияние финансового кризиса на отрасль. Отдельно будет затронута тема выхода глобальных автопроизводителей на рынок данного региона и роль ПИИ в регионе.

### Становление автомобилестроения в странах ЦВЕ: факты и факторы

Регион ЦВЕ имеет значительные традиции в области автомобилестроения, сформировавшиеся еще до 1980-х гг. Например, Чехия, Восточная Германия и частично Венгрия имели собственные автомобильные производства, начало которым было положено еще до начала Второй мировой войны; в Польше, Югославии и Румынии производство основывалось на западных лицензиях; Венгрия и Болгария служили поставщиками автокомплектующих. Вместе с тем данные предприятия автомобилестроения не были объединены в единые производственные сети (кластеры) с координируемой долгосрочной стратегией развития. Несмотря на это, крупнейшие центры автомобилестроения в регионе ЦВЕ сыграли особую роль для привлечения иностранных инвестиций с целью расширения данного сектора в регионе уже в постсоветский период. Существенных результатов регион ЦВЕ смог достичь путем привлечения внимания глобальных автопроизводителей из Европы, США, Азии, включая Volkswagen, Renault, Peugeot-Citroen, Fiat, GM, Ford, Toyota, Hyundai-KIA, Suzuki.

В настоящее время крупнейшим производителем на территории стран ЦВЕ является Volkswagen Group, включающий в себя такие автомобильные бренды, как Skoda, Volkswagen, Audi; основные производственные мощности Volkswagen Group находятся в Чехии на заводе Skoda, в Польше, а также в Венгрии. По данным на 2013 г. концерн VW Group произвел более 1,1 млн автомобилей, а его доля среди всех автопроизводителей ЦВЕ составила больше 30 % (рис. 1) [5].

Вторым по значимости в странах Центральной и Восточной Европы является концерн Hyundai-KIA, который открыл первый завод KIA в Словакии в 2006 г., а в 2008 г. — завод Hyundai в Чехии. К 2014 г. концерн вышел на производственные мощности каждого завода более 300 тыс. автомобилей [5]. Значимую роль в регионе играет также группа Renault, представленная в Румынии и Словении еще с начала 1960-х гг.; совокупный объем производства в которых в 2013 г. составил более 400 тыс. машин [5].

Компания Peugeot-Citroen, которая с 2005 г. работает в Чехии и Словакии, так и не смогла достичь докризисных показателей в Чешской Республике, сократив производство в 2 раза, до 115 тыс. автомобилей к 2013 г., в то же время она усиленно наращивает мощности в Словакии, где в 2012 г. была превышена отметка в 200 тыс. машин [5].

Существенный рост рынка автомобилестроения в ЦВЕ начался с 2000-х гг. В то время доля стран Восточной и Центральной Европы в мировом производстве автомобилей составляла всего 1,8 %, а в европейском — 5 %. К 2014 г. ситуация

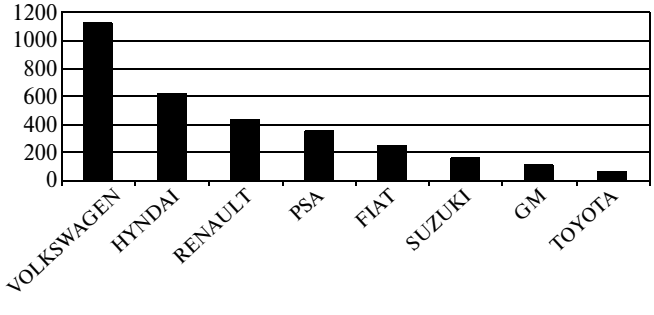


**Рис. 1. Объем производства ключевых автоконцернов в странах ЦВЕ в 2013 г, тыс. шт. Составлено авторами по [5]**

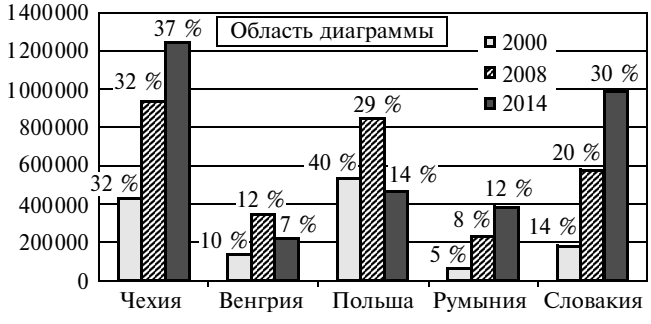


**Рис. 2. Динамика производства автомобилей в странах ЦВЕ, 2000—2014 гг. (в шт. и в %). Составлено авторами по данным [5]**

изменилась: доля в мировом и европейском производствах возросла до 5 % и 20 % соответственно [5]. За указанный период количество произведенных автомобилей увеличилось с 1 млн до 3,5 млн штук. Все страны ЦВЕ за исключением Польши значительно нарастили объемы производства (рис. 2). Лидерами стали Чехия и Словакия. Производство автомобилей в Республике Чехия с 2000 г. возросло в 3 раза, достигнув максимальных показателей в 2014 г. — 1,2 млн штук, что составило 37 % в общем выпуске стран ЦВЕ. За этот же период Словакия продемонстрировала рост производства в 7 раз с показателями почти 1 млн автомобилей и долей более 30 %.

Автомобильная индустрия стран ЦВЕ в настоящее время носит четко выраженный экспортоориентированный характер, что вполне объяснимо, учитывая незначительную емкость внутренних рынков этих стран. Совокупный экспорт автомобилей из региона вырос в 6 раз за период 2000—2013 гг., достигнув более 50,5 млрд долл. [6]. На страны ЕС приходится 72 % всего экспорта автомобилей из Центральной и Восточной Европы, на СНГ — 6 %, на страны Южной, Восточной и Юго-Восточной Азии — 4 % и на НАФТА — 3,5 %. В ЕС главными импортерами автомобилей из ЦВЕ являются Германия, на которую приходится около 28 %, Франция и Великобритания — по 13 %, Италия — 11 %. Общий импорт автомобилей в страны ЦВЕ в количественном и денежном выражении в 3,5 раза меньше экспорта.

В табл. 1 приведено сравнение объемов производства, внутреннего потребления и экспорта/импорта автомобилей в странах ЦВЕ. По данным на 2013 г. в большинстве стран объем экспорта превзошел производственные показатели за счет запасов прошлых лет и активного реэкспорта/реимпорта автомобилей в данном регионе. Объемы регистраций новых автомобилей и продаж достаточно малы, что, в свою очередь, свидетельствует о насыщенности внутреннего рынка и экспортоориентированности производств.

Важными факторами привлекательности стран ЦВЕ для мировых автопроизводителей стали также быстрорастущие доходы населения, низкая насыщенность внутреннего рынка автомобилями, относительно низкая заработная плата по сравнению с достаточно высокой технической квалификацией рабочей силы. Средний годовой прирост ВВП на душу населения с 2003 по 2014 г. составил от 5 до 10 %, на фоне которого рост числа использования автомобилей населением стабильно увеличивался. За период 2005—2013 гг. количество автомобилей на тысячу человек в странах ЦВЕ выросло в 1,5 раза, приблизившись к показателям стран Западной Европы. Наиболее высокие показатели были зафиксированы у Словении и Польши — более 500 автомоби-

Таблица 1

**Производство, внутреннее потребление, экспорт и импорт автомобилей в странах ЦВЕ, 2013 г. (составлено авторами по данным [5, 7])**

| Страны | Объем производства, шт. | Новые зарегистрированные и проданные автомобили, шт. | Экспорт автомобилей, шт. | Импорт автомобилей, шт. |
|---|---|---|---|---|
| Чехия | 1 246 506 | 164 736 | 1 022 392 | 142 108 |
| Венгрия | 224 630 | 56 139 | 388 568 | 117 909 |
| Польша | 473 000 | 289 913 | 549 954 | 320 959 |
| Румыния | 391 422 | 57 710 | 408 170 | 62 107 |
| Словакия | 993 000 | 66 000 | 1 012 173 | 277 370 |
| Словения | 118 533 | 52 268 | 179 963 | 102 305 |

лей, в Чехии — около 470, в Словакии и Венгрии — больше 300 машин на тысячу человек; наименьший показатель в Румынии — приблизительно 235. В то же время в Германии приходится в среднем 540 автомобилей на тысячу человек населения, а в России чуть более 260 [5].

По сравнению со странами Западной Европы уровень заработной платы в странах ЦВЕ значительно ниже. Так, на момент выхода мировых автогигантов на рынок данного региона в 2004 г. средняя заработная плата в ЦВЕ составляла 7,6 евро в час, тогда как на Западе — около 30 евро. К 2014 г. ситуация не претерпела серьезных изменений: в странах Центральной и Восточной Европы средняя заработная плата достигла 9 евро, а во Франции и Германии выросла до 31 и 34 евро соответственно [8]. Вместе с тем в странах ЦВЕ в 2012 г. на тысячу жителей в возрасте от 20 до 29 лет приходилось около 18 выпускников технических специальностей, что несколько выше аналогичного показателя в Германии. Отметим, что в 2001 г. данный показатель для стран ЦВЕ составлял 6,25 выпускников.

Автомобильная промышленность играет весьма значимую роль в экономике стран ЦВЕ; это подтверждают показатели доли автоиндустрии в ВВП. Так, в 2013 г. около 25 % ВВП приходилось на автомобильное производство в Словакии (что выше показателя предкризисного 2007 г. на 7,7 %); при этом объем производства достиг 21 млрд евро (рис. 3). Аналогичные показатели для Чехии и Венгрии составляют соответственно 20 % и 18 %. При этом стоит отметить, что количество произведенных автомобилей за указанный период в Чехии выросло на 35 %, а в Венгрии сократилось на 22 %, однако доля отрасли в ВВП в обеих странах увеличилась.

Чехия является лидером по объему производства автомобилей среди стран ЦВЕ, который в 2013 г. достиг 31,4 млрд евро. В Польше с объемом производства 26,4 млрд евро, доля в ВВП составляет всего 6,7 %; при этом она практически не изменилась за последние 7 лет. В Словении и Румынии доля автомобильной промышленности в ВВП самая низкая в регионе — 5,7 % и 6,7 % соответственно. Объем производства Словении в денежном выражении за последние годы не изменился, а в Румынии вырос практически в 2 раза — до 11,3 млрд евро. Для сравнения, во Франции и Германии доля автомобильной промышленности ВВП по данным 2013 г. составляла 2,7 % и 10,9 %, а объемы производства были значительно больше, чем в ЦВЕ — 57,4 и 307,1 млрд евро соответственно.

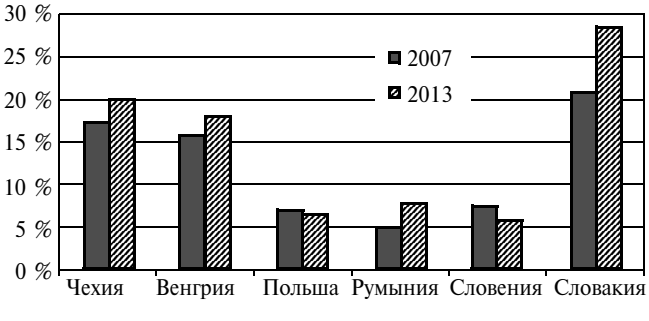


**Рис. 3. Доля автомобильной промышленности в ВВП стран ЦВЕ. Составлено авторами по данным [8]**

С начала 2000 г. наблюдался быстрый прирост добавленной стоимости в автомобилестроение стран ЦВЕ: к 2005 г. этот показатель практически удвоился, достигнув 9,3 млрд евро [9, с. 11]. Во время мирового финансово-экономического кризиса произошло падение объемов добавленной стоимости в автомобилестроение ЦВЕ на 17 %; однако в послекризисный период этот показатель возобновил свой рост. В 2001 г. был достигнут исторический максимум в 17,5 млрд евро. Наибольшая доля добавленной стоимости в автомобильной промышленности в общем производстве стран по данным 2012 г. приходится на Словакию — 20 %, Чехию —17,1 %, Венгрию и Румынию — по 14 % [8].

Выше мы отмечали, что уровень заработной платы в странах ЦВЕ значительно ниже, чем в странах Западной Европы. Стремительный рост мощностей автомобильных производственных площадок обеспечил повышение уровня занятости населения, а впоследствии — и повышение уровня экономического развития, особенно в регионах с изначально высокими показателями безработицы. В целом по региону в сфере автоиндустрии задействовано более полумиллиона человек; при этом максимальное количество занятых (130—150 тыс.) приходится на Польшу, Чехию и Румынию. Доля сотрудников автомобильной промышленности в общей занятости населения составляет от 1 до 3 %, с учетом доли промышленности в ВВП региона около 12 % [8]. Следует также указать на достаточно высокие показатели производительности труда в рассматриваемой сфере.

### Стратегии выхода зарубежных автопроизводителей на рынки стран ЦВЕ

Ключевым фактором развития автомобильной промышленности стран ЦВЕ стали мощные притоки ПИИ в отрасль, которые осуществлялись в различ-

ных формах: посредством слияний и приобретений (СиП) существующих компаний-производителей зарубежными OEM, образования совместных предприятий (СП) на базе уже действующих "браунфилд", а также строительства новых заводов, так называемые "гринфилд" инвестиции, или инвестиций "с нуля". Первоначально иностранные инвестиции направлялись на модернизацию имеющихся мощностей, реорганизацию производственных процессов с последующим увеличением мощностей и инициированием создания локальной базы поставщиков. Доля ПИИ в автоиндустрии региона составила 10—15 % в общем объеме иностранных инвестиций в промышленность стран ЦВЕ в 2000 г. [3, с. 25].

Первоначально (после распада социалистической системы хозяйствования) западноевропейские автопроизводители при выходе на рынки ЦВЕ широко использовали создание совместных предприятий с уже действующими производителями [10]. Такой стратегии последовали немецкая Volkswagen Group, французская Renault и итальянская Fiat (табл. 2).

Дадим некоторые комментарии по табл. 2. Volkswagen Group одной из первых вышла на рынок ЦВЕ в результате приобретения в 1991 г. активов в размере 30 % SKODA AUTOA.S, расположенной в городе Млада-Болеслав неподалеку от Праги. К 2000 г. VW стал материнской компанией с долей контролируемого капитала в 100 %, получив, таким образом, в подчинение заводы SKODA AUTO Slovensko, на которых еще до распада Чехословакии осуществлялась окончательная сборка автомобилей Шкода.

Компания Renault начала свою экспансию в ЦВЕ сразу в двух странах — Словении и Румынии. Первоначально в 1991 г. Renault стала крупнейшим акционером компании Revoz (Словения), а в 2004 г. ее единственным владельцем. В 1999 г. с целью создания собственного центра разработки автомобилей в Центральной и Восточной Европе Renault приобрела румынского автопроизводителя Dacia.

В 1993 г. итальянская Fiat Group за 261 млн долл. приобрела польский автомобильный завод FSM (Fabryka Samochodów Małolitrażowych) в городе Тыхы, впоследствии переименовав его в Fiat Auto Poland. Другой завод Fiat Auto Poland в Бельско Бяло в 2002 г. стал совместным предприятием с GM по производству дизельных двигателей.

В 1995 г. южнокорейский концерн Daewoo, оценивая возможность экспорта своей продукции в Западную Европу, чтобы преодолеть тарифные барьеры и занять долю на рынке, купил контрольный пакет акций Польского Завода Легковых Автомобилей (FSO) с условием в течение шести лет инвестировать более 1,5 млрд долл. [11]. В начале 2000-х гг. Daewoo обанкротилась, и контрольный пакет в 2005 г. перешел к "УкрАвто"; была также достигнута договоренность с GM о лицензии на производство Chevrolet Aveo. В 2011 г. по завершении лицензии завод FSO был продан, сотрудники уволены, а основные цехи снесены.

Оценив по достоинству потенциал производства и дальнейшего экспорта автомобилей из стран ЦВЕ, крупнейшие мировые автопроизводители стали "вкладываться" в строительство новых заводов на данной территории, осуществляя инвестиции "с нуля".

Одним из первых инвестировать в новое производство стала американская корпорация General Motors. В 1990 г. GM инвестировала в совместное предприятие Raba (Raba Railway Carriage and Machine Factory) в Сентготхарде (Венгрия) более 250 млн немецких марок с целью строительства завода по производству двигателей и автомобилей Opel. В 1992 г. сошли с конвейера первые автомобили, в 1998 г. завод реструктуризировали только на выпуск двигателей, а производство Opel стартовало в Польше на новейшем заводе города Гливице, инвестиции в строительство которого составили более 700 млн евро [12].

Первой незападной компанией, вышедшей на рынок ЦВЕ, стала японская Suzuki, которая основала в 1991 г. завод в Эстергом (Венгрия), инвестировав более 220 млн долл. [13]. В 1992 г. было запущено производство. На тот момент мощности предполагали выпуск около 70 тыс. автомобилей в год, сегодня на заводе выпускается более 240 тыс. машин.

В 1993 г. концерн Audi AG основал производство двигателей в Дьере (Венгрия), став впоследствии крупнейшим поставщиком двигателей для VW Group; в 1998 г. завод был дополнен сборочной линией автомобилей Audi [14].

В начале 2000-х гг. начался бурный рост "гринфилд" инвестиций в ЦВЕ со стороны крупнейших Западных и Азиатских OEM-производителей.

Самым крупным инвестиционным проектом в ЦВЕ стало создание в 2002 г. совместного предприятия TPCA — Toyota Peugeot Citroen Automobile (компаний PSA Peugeot Citroen и Toyota Motor Corporation) в индустриальной зоне Республики Чехия Колин-Овчари. Объем инвестиций составил более 1,5 млрд долл. [15]. Инвестиционные обязательства были разделены: 2/3 пришлись на PSA, которая брала на себя ответственность за снабжение и объединение поставщиков, и 1/3 — на Toyota

Таблица 2

**Формы инвестиций зарубежных автопроизводителей при выходе на рынки стран ЦВЕ (составлено авторами на основе [3, с. 41], [21], [9])**

| Инвестор | Принимающая страна/компания | Тип/форма инвестиций | Стоимость | Год |
|---|---|---|---|---|
| Volkswagen Group | Млада-Болеслав, Чехия/SkodaAuto A. S. | СП, "Браунфилд" (приобретение 31 % Skoda) | 620 млн немецких марок | 1991 |
| | | СП, "Браунфилд" (приобретение 39 % Skoda) | 1,4 млрд немецких марок | 1995 |
| | | СП, "Браунфилд" (приобретение 30 % Skoda) | 12,3 млрд чешских крон | 2000 |
| Daewoo | Правительство Польши/FSO | СП, "Браунфилд" (приобретение 70 % акций FSO) | 20 млн долл. и обещание далее инвестировать более 1,2 млрд долл. К 2001 г. объем инвестиций достиг 1,5 млрд долл. | 1995 |
| УкрАвто | Правительство Польши/FSO | СП, "Браунфилд" (20,36 % акций FSO) | 31 долл. США, с учетом погашения долгов компании | 2004 |
| | | СП, "Браунфилд" (64 % акций FSO) | Погашение долга FSO 180 млн долл. перед банками | 2005 |
| Fiat Group | Тыхы, Польша/FSM | СиП (приобретение 90 % акций FSM) | 261 млн долл. Объем инвестиций с 1993 по 2003 г. составил 1,8 млрд долл. | 1993 |
| Renult | Ново Место, Словения/IMV Holding, Revoz | СП, "Браунфилд" (приобретение 54 % акций IMV Holding, Revoz) | 71 млн евро | 1991 |
| | | СП, "Браунфилд" (приобретение 12,68 % акций IMV Holding, Revoz) | Н/д | 2001 |
| | | СП, "Браунфилд" (приобретение 33,32 % акций IMV Holding, Revoz) | 360 млн евро | 2004 |
| Renult | Питешти, Румыния/Dacia | СП, "Браунфилд" (приобретение 51 % акций Dacia) | 50 млн долл, с планом инвестиций в 220 млн долл | 1998 |
| | | СП, "Браунфилд" (приобретение 48,3 % акций Dacia) | Н/д | 2004 |
| General Motors — Opel | Сентготхард, Венгрия/Raba | СП, "Гринфилд" (приобретение 2/3 акций Raba) | 250 млн немецких марок | 1991 |
| General Motors — Opel | Гливица, Польша | "Гринфилд" | более 700 млн евро | 1998 |
| Suzuki | Эстергом, Венгрия/Autókonszern Corporation | СиП, "Гринфилд" (приобретение 40 % Autókonszern Corporation) | 220 млн долл. | 1991 |
| VW group — Audi AG | Дьер, Венгрия/Opel | "Гринфилд" | 100 млн евро. Объем инвестиций с 1993 по 2007 г. составил 3,3 млрд долл. | 1993 |
| TPCA | Колин-Овчари, Чехия | СП, "Гринфилд" (PSA Peuegout Citroën и Toyota) | 1,5 млрд долл | 2002 |
| PSA Peuegout Citroën | Трнава, Словакия/PSA TrnavaPlant | "Гринфилд" | 700 млн евро | 2003 |
| Hyundai Kia Automotive Group | Жилинаб Словакия/Kia Motors Slovakia | "Гринфилд" | 1 млрд евро | 2004 |
| Hyundai Kia Automotive Group | Ношовице, Чехия/HMMC | "Гринфилд" | 1,12 млрд евро | 2005 |
| Daimler | Кечкемет, Венгрия/Mersedes-Benz | "Гринфилд" | 800 млн евро | 2009 |
| Ford | Крайова, Румыния/DaewooMotors | СиП, "Браунфилд" (приобретение 72,4 % у правительства Румынии) | 57 млн евро, и инвестировало в модернизацию производства 800 млн евро | 2008 |

с концентрацией на исследованиях и разработках, а также производственном процессе. Производство было запущено в 2005 г. Максимальная производственная мощность составляет более 300 тыс. автомобилей в год; таких показателей удалось достичь уже в 2009 г., но после кризиса объемы снизились, а докризисный уровень не был превзойден.

Помимо совместного предприятия с Toyota концерн PSA Peugeot Citroen в 2003 г. построил завод с производственными мощностями более 200 тыс. машин в городе Трнава (Словакия). Первые автомобили сошли с конвейера в 2006 г. [16].

В 2004 г. южнокорейская группа Hyundai Kia Automotive Group начала строительство завода Kia в Словакии [17], а в 2005 г. — завода Hyundai в Чехии [18]. Объем инвестиций в каждую страну составил более 1 млрд евро. Сегодня по количеству произведенных автомобилей в год заводы Hyundai и Kia в ЦВЕ уступают только Skoda. Объем каждого производства — более 300 тыс. машин.

В самый разгар кризиса концерн Daimler начал строительство завода по производству автомобиля немецкой марки класса люкс Mercedes-Benz в Венгрии. Объем "гринфилд" инвестиций составил около 800 млн евро [19]. Запустить производство удалось уже к концу 2011 г., когда европейский автомобильный рынок начал стабильно расти; в 2013 г. объем производства вдвое превысил показатели 2012 г.

В то же время Ford выкупил у правительства Румынии акции разорившегося Daewoo и инвестировал в модернизацию производства. Первые автомобили сошли с линии в 2009 г. [20]. В 2013 г. Ford произвел в Румынии около 70 тыс. автомобилей, хотя производственные мощности составляют около 300 тыс.

В связи с концепцией перехода на единообразные платформы и модули, которые составляют большую часть стоимости автомобиля, и необходимостью поставки деталей поставщиками второго уровня "точно вовремя" и согласно стандартам качества OEM, поставщики первого уровня последовательно осуществляли "гринфилд" инвестиции в построение локальной базы надежных и доброкачественных поставщиков в ЦВЕ. Данный вопрос заслуживает отдельного исследования, поэтому мы отметим только тот факт, что с 1997 по 2009 г. количество ПИИ в строительство новых заводов было весьма значительно: оно достигло в Чехии 262 проекта, в Польше — 255, в Венгрии — 208, Румынии — 127, Словакии — 121 и в Словении — 23 [21, с. 20].

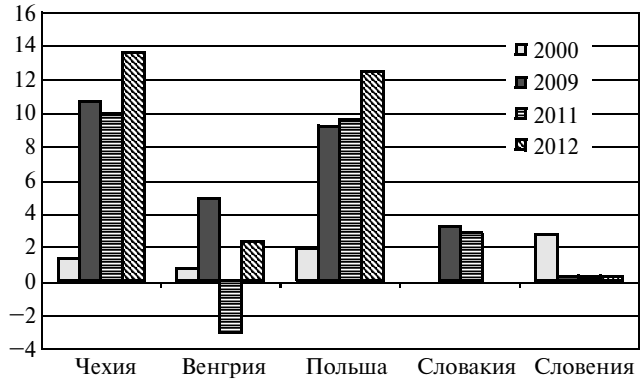


**Рис. 4. Динамика ПИИ в произв одство автомобилей и транспортного оборудования, млрд долл. Составлено авторами по [22] и [3, с. 25]**

По объему накопленных ПИИ в автомобильную промышленность (рис. 4) лидируют Чехия и Польша, в 2012 г. объем составил 13,6 и 12,5 млн долл. соответственно [22].

Несмотря на достаточно большое количество уже построенных заводов, более 13, OEM постоянно заявляют о возможности дополнительного инвестирования в строительство новых заводов и расширении уже существующих на территории стран ЦВЕ. Так, в 2014 г. VW Group заявила о намерении строительства нового завода в Польше с размером инвестиций около 1,1 млрд долл. A GM, владеющая заводом Fiat, собирается инвестировать в модернизацию уже существующего завода почти 250 млн евро [23].

## Заключение

Проанализировав выходы зарубежных OEM на рынок стран Центральной и Восточной Европы, мы можем отметить, что на первоначальном этапе инвестиции не были значительными по своим объемам и осуществлялись посредством образования совместных предприятий на базе действующих автомобильных заводов. Это был наиболее быстрый и дешевый способ выхода на перспективный рынок. В начале 2000-х гг. ситуация несколько изменилась, экономический потенциал бывших социалистических стран вырос, и крупнейшие мировые автоконцерны стали инвестировать в строительство новых заводов, отвечающих всем стандартам качества с высокой конкурентоспособностью производимой продукции. В это время стал наблюдаться большой приток ПИИ "гринфилд".

Кризис внес свои коррективы в притоки ПИИ в автомобилестроение стран ЦВЕ. По объемам накопленных ПИИ в производство автомобилей и транспортного оборудования в докризисный период наблюдался стабильный рост, который смогли продолжить только Польша и Чехия. В Словакии и Венгрии объем ПИИ после окончания мирового финансового кризиса только падал, схожая картина наблюдалась и в производстве автомобилей данных стран.

На наш взгляд, столь масштабный приток иностранных инвестиций объясняется не только благоприятными экономическими факторами, сложившимися в регионе, но также и активным участием правительств стран региона ЦВЕ в процессе развития автомобильной индустрии. В некоторых из них была разработана эффективная промышленная политика по поддержке отрасли, включая отечественных и зарубежных инвесторов.

Способы стимулирования инвестиций включают различные меры, от "налоговых каникул" до денежных выплат за создание новых рабочих мест. К примеру в Чехии сегодня компании-инвесторы могут покрыть до 25 % своих затрат [24]. Кроме того, Европейский Союз предоставляет возможность использования в ЦВЕ программ Структурных фондов ЕС, стимулирующих создание центров НИОКР, учреждение учебных центров, реализацию проектов по энергосбережению, реконструкцию зданий и др.

Как было отмечено выше, следствием экономического кризиса 2008—2009 гг. стал спад в производстве и продаже автомобилей на мировом рынке, включая страны ЦВЕ; однако уже в 2010 г. были достигнуты предкризисные уровни производства. Исключением стали только Словения и Польша.

Результатом быстрого восстановления большинства стран ЦВЕ служит не остановившаяся работа заводов, которые максимально гибко подошли к производственному процессу в данный период. Правительства стран ЦВЕ, в свою очередь, предоставили определенные льготы производителям во время кризиса и поддерживали их за счет различных инвестиционных стимулов. В частности, в Словении налог на добавленную стоимость был понижен с 20 до 8,5 %, особую поддержку получали компании с высокой добавленной стоимостью.

Стоит отметить проводимую политику правительствами стран региона для защиты динамично развивающего сектора, в удовлетворении спроса со стороны Западной Европы на автомобили с низким потреблением топлива и меньшими выбросами вредоносных веществ в окружающую среду. Активно в этом направлении работают компании Hyundai—KIA, FIAT.

Оживление экономической активности в странах Западной Европы напрямую влияет на увеличение импорта автомобилей из ЦВЕ, стимулируя производство. По прогнозам глобальной маркетинговой компании J. D. Power объем производства Восточной Европы, включая Россию, достигнет 10,1 млн автомобилей к 2020 г. [25].

Вследствие развития научной базы и новых технологий в странах Центральной и Восточной Европы, роста квалификации персонала, повышения уровня заработных плат будет продолжаться рост доли производства комплектующих с высокой добавленной стоимостью с постепенным перемещением деятельности с низкой добавленной стоимостью в другие страны.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**


1. **Haiss P., Mahlberg B., Molling M.** The Automotive Industry in Central and Eastern Europe — Engine of Grow or Free Rider? // Oxford Business&Economics Conference Program. — 2009. — 27 p.
2. **Rechnitzer J., Smahó M.** Vehicle Industry and Competitiveness of Regions in Central and Eastern Europe // Széchenyi István University, Universitas-Győr Nonprofit Ltd, Győr. — 2012. — 301 p.
3. **Radosevic S., Rozeik A.** Foreign Direct Investment and Restructuring in the Automotive Industry in Central and Eastern Europe // SSEES, University College London. — March 2005. — 41 p.
4. **Beblavý M., Kureková L., Drahokoupil J., Myant M., Domonkos S.** Linking labour regimes and technological innovation in Central and Eastern Europe: the case of automotive and software industries // NEUJOBS Working, 2012 July. — 2012. — No. 6.2. — 69 p.
5. **Данные** международной организации производителей автомобилей. Официальный сайт. URL: http://www.oica.net/category/production-statistics/ (дата обращения: 13.06.2015).
6. **Статистические данные ЮНКТАД**. Официальный сайт. URL: http://unctad.org/en/Pages/Statistics.aspx (дата обращения: 15.06.2015).
7. **Открытый** образовательный ресурс по мировой экономике TheGlobalEconomy.com. Официальный сайт. URL: http://www.theglobaleconomy.com/indicators_data_export.php (дата обращения: 07.06.2015).

8. **Статистические данные Евростат.** Официальный сайт. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Main_Page (дата обращения: 19.06.2015)
9. **The automotive sector in CEE:** What's next? // Analysis by the Unicredit Group new Europe Research network. — 2007. — 51 p.
10. **Worrall D., Donnelly T., Morris D.** Industrial Restructuring: The role of FDI, Joint Ventures, Acquisitions and Technology Transfer in Central Europe's Automotive Industry // Coventry University. — 2007. — 27 p.
11. **Официальный сайт компании FSO**. URL: http://www.fso-sa.com.pl/en-GB/fso_history.html (дата обращения: 18.06.2015).
12. **Официальный сайт центра наследия General Motors**. URL: https://history.gmheritagecenter.com/wiki/index.php/GM_Central_and_Eastern_Europe (дата обращения: 19.06.2015).
13. **Официальный сайт** компании Suzuki. URL: http://www.suzuki.hu/pages/display/corporate/content/company/historyhttp://www.suzuki.hu/pages/display/corporate/content/company/history (дата обращения: 19.06.2015).
14. **Официальный сайт** Audi Hungaria Motor. URL: https://audi.hu/en/profil/gyarbovites/hirek/reszletek/327_audi_hungaria_celebrates_start_of_production_in_new_automobile_f/ (дата обращения: 19.06.2015).
15. **Официальный сайт PSA Peugeot Citroën.** URL: http://www.psa-peugeot-citroen.com/en/media/press-releases/tpca-plant-czech-republic 15 (дата обращения: 17.06.2015).
16. **Официальный сайт PSA Peugeot Citroën Slovakia.** URL: http://www.psa-slovakia.sk/o-psa-slovakia.html?page_id = 172 (дата обращения: 15.06.2015).
17. **Официальный сайт KIA.** URL: http://www.kia.com/eu/company/kia-motors-corporation/ (дата обращения: 15.06.2015).
18. **Официальный сайт Hyundai.** URL: http://www.hyundainews.com/us/en/media/pressreleases/38894 (дата обращения: 15.06.2015).
19. **Gorondi P.** // Associated Press. — March 2012. URL: http://finance.yahoo.com/news/mercedes-benz-opens-plant-hungary-105539951.html (дата обращения: 18.06.2015).
20. **Ford** to receive state aid from Romania // Detroit Free Press. — March 2009. URL: http://archive.freep.com/article/20090310/BUSINESS01/90310038/Ford-receive-state-aid-from-Romania (дата обращения: 19.06.2015).
21. **The Central** and Eastern European Automotive market. Industry overview // Ernst&Young. — 2010. — 92 p.
22. **Статистические данные ОЭСР**. Официальный сайт. URL: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/finance-and-investment/oecd-international-direct-investment-statistics-2014_idis-2014-en#page193 (дата обращения: 15.06.2015).
23. **Polish** production maintains its allure // The Economist, March 2014. URL: http://www.eiu.com/industry/article/61642790/polish-production-maintains-its-allure/2014-03-20 (дата обращения: 17.06.2015).
24. **Automotive** Industry in Czech Republic // CzechInvest. — 2015. —16 p.
25. **The Changing** Landscape of the Global Automotive Industry // A Global Marketing Information Company jdpower.com. — 2013. — 15 p.
26. **Benchmarking** the Automotive Industry in Central & Eastern Europe: Creating and Preserving Value for the Long-term // KPMG in Central & Eastern Europe. — 2009. — 48 p.
27. **Michal Klocek**. Automotive market in CEE — what next? Current situation and mid-term prospects // PMR Consulting. — April 2011. — 7 p.


## Звезда по имени "КАМАЗ"

Коллектив ПАО "КАМАЗ" (входит в Госкорпорацию Ростех) стал обладателем Гран-при III Республиканского фестиваля творчества работающей молодежи "Наше время — Безнен заман".

По итогам III Республиканского фестиваля творчества работающей молодежи "Наше время — Безнен заман" коллектив ПАО "КАМАЗ" награжден дипломом победителя, переходящим кубком президента РТ и денежной премией в размере 100 тыс. руб. В честь победителей именем ПАО "КАМАЗ" будет названа звезда в созвездии "Большая медведица", что подтверждается сертификатом Роскосмоса.

Творческая команда ПАО "КАМАЗ" была представлена тремя десятками молодых работников с Прессово-рамного, Автомобильного, Литейного заводов и Научно-технического центра. В номинациях "Хореография", "Минута славы" и "Визитка-презентация" камазовцы получили наивысшую оценку жюри и завоевали первое место. В номинации "Вокал" команда заняла второе место. В общем зачете коллектив ПАО "КАМАЗ" стал обладателем Гран-при фестиваля.

"Мы упорно шли к этой победе, — прокомментировал победу Рафис Харисов, зампредседателя камазовского профкома. — "КАМАЗ" участвует в фестивале с момента его открытия, уже третий год". На счету коллектива уже было первое место в 2014 году. По словам Харисова, помимо целенаправленной подготовки, безусловно, сказался высокий профессионализм участников. Основная часть коллектива имеет большой опыт выступления в камазовских и городских мероприятиях. Были и новички, которые хорошо влились в коллектив.

Фестиваль "Наше время — Безнен заман" проводится в Республике Татарстан третий год с целью раскрытия творческого потенциала молодых людей, работающих на предприятиях и в организациях РТ. В этом году участие в фестивале приняло 118 творческих коллективов. Зональные отборочные туры прошли в Набережных Челнах, Альметьевске и Казани. Гала-концерт фестиваля состоялся в Казани, в КРК "Пирамида".

*Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"*

УДК 629.114
**Дэн Чэнгун**, аспирант, МАДИ
E-mail: 605661710@mail.ru

# АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ АВТОТРАНСПОРТА В ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ КНР

*В статье дан анализ развития автотранспорта Китая — грузовые и пассажирские перевозки КНР. Рассматривается роль автотранспорта в процессе роста ВВП. Дан анализ увеличения протяженности автомагистралей с 2007 по 2014 гг. Оценен современный китайской рынок логистических услуг, место транспорта и способ улучшения ситуации.*

***Ключевые слова:*** *автомобильной транспорт, транспортные средства, экономика страны, Китай.*

Развитие автомобильного транспорта Китая происходит ошеломляюще стремительно, превращая его в значимую отрасль экономики. С конца 1990-х гг. автотранспортная отрасль Китая превратилась в самую быстро растущую отрасль в истории. Продолжается развитие инфраструктуры, постоянно увеличивается объем перевозок. Одновременно значительно улучшается пропускная способность дорог и качество предоставляемых услуг. Таким образом в Китае формируются хорошие рыночные условия для создания устойчивого, координированного и здорового развития национальной экономики.

К настоящему времени в Китае уже построена развернутая система автомагистралей. Общая протяженность дорог Китая достигла 3,7 млн км, в том числе 60,3 тыс. км скоростных автомагистралей. Парк автотранспортных средств насчитывает более 168 млн машин (еще в июне 2009 г. их было 176 млн), в том числе 127,68 млн автомобилей находятся в частной собственности.

В Китае 9,3 млн коммерческих транспортных средств, в том числе почти 1,7 млн коммерческих туристских междугородных автобусов (городских автобусов) и около 7,6 млн коммерческих грузовиков. В последние годы объем пассажирских и грузовых автоперевозок Китая постоянно растет и занимает первое место в универсальной транспортной системе страны (табл. 1).

В 2014 г. на долю автомобильного транспорта КНР по количеству перевезенных пассажиров и пассажиро-километрам соответственно приходилось 94,1 % и 54,8 % всей транспортной системы Китая [2] (рис. 1, 2).

Импорт автомобилей в КНР сконцентрирован из трех стран: Германии, Японии и США. Их доля — около 60 % импорта. Что касается экспорта, то вывоз автомобилей осуществляется исключительно в развивающиеся страны. При этом следует отметить, что Китай наращивает экспорт в условиях неполной загрузки собственных производственных мощностей.

В 2014 г. на долю китайского грузового автотранспорта по объему перевезенных грузов и тонно-километрам соответственно приходилось 74,1 % и 29,8 % всей транспортной системы страны [5] (рис. 3, 4).

В 2014 г. Китай продолжал вести упорную борьбу с последствиями стихийных бедствий и международного финансового кризиса. Общая националь-

**Рис. 1. Количественное соотношение объема различных видов пассажирских перевозок в 2014 г. [3]**

**Рис. 2. Количественное соотношение оборота различных видов пассажирских перевозок в 2014 г. [4]**

Таблица 1

**Количественное соотношение различных видов перевозок по объему и обороту с 2007 по 2014 г., % [1]**

| Наименование | | Годы | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Объем пассажирских перевозок | По автомобильным дорогам | 91,1 | 91,9 | 92,0 | 91,9 | 91,7 | 91,8 | 93,0 | 94,1 |
| | По водным путям | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,7 |
| | По железной дороге | 6,8 | 6,7 | 6,3 | 6,4 | 6,6 | 6,1 | 5,1 | 4,1 |
| | Гражданской авиацией | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,9 | 1,1 |
| Оборот пассажирских перевозок | По автомобильным дорогам | 54,8 | 55,3 | 55,7 | 53,8 | 53,1 | 52,3 | 53,1 | 54,8 |
| | По водным путям | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| | По железной дороге | 36,2 | 35,2 | 34,7 | 35,0 | 34,7 | 35,0 | 33,6 | 32,6 |
| | Гражданской авиацией | 8,3 | 9,0 | 9,1 | 10,7 | 11,7 | 12,4 | 12,9 | 12,4 |
| Объем грузовых перевозок | По автомобильным дорогам | 75,4 | 75,3 | 74,3 | 73,0 | 72,1 | 72,2 | 73,0 | 75,1 |
| | По водным путям | 9,5 | 9,6 | 10,1 | 11,0 | 11,8 | 12,2 | 11,2 | 10,2 |
| | По железной дороге | 13,7 | 13,8 | 14,2 | 14,6 | 14,5 | 14,0 | 13,8 | 13,7 |
| | Гражданской авиацией | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| | По трубопроводам | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1.4 | 1,7 | 1,6 | 2,0 | 1,9 |
| Оборот грузовых перевозок | По автомобильным дорогам | 13,3 | 13,4 | 13,2 | 11,3 | 10,8 | 11,0 | 11,2 | 29,8 |
| | По водным путям | 54,6 | 54,4 | 53,3 | 59,7 | 61,9 | 62,4 | 63,3 | 45,6 |
| | По железной дороге | 30,6 | 30,7 | 32,0 | 27,8 | 25,8 | 24,7 | 23,4 | 22,5 |
| | Гражданской авиацией | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,11 |
| | По трубопроводам | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,2 | 1,4 | 1,9 | 1,9 | 1,9 |

Таблица 2

**Сравнение темпов роста ВВП (пассажирские и грузовые автоперевозки)**

| Год | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Темпы роста пассажирских автоперевозок, % | 4,1 | 5,1 | –0,7 | 11 | 4,5 | 9,6 | 10,2 | 30,8 |
| Темпы роста грузовых автоперевозок, % | 1,6 | 5,7 | 3,9 | 7,3 | 7,8 | 9,3 | 11,8 | 17 |
| Темпы роста ВВП, % | 8,3 | 9,1 | 10 | 10,1 | 10,4 | 11,6 | 13 | 9 |

**Рис. 3. Количественное соотношение объема различных видов грузовых перевозок в 2014 г. [6]**

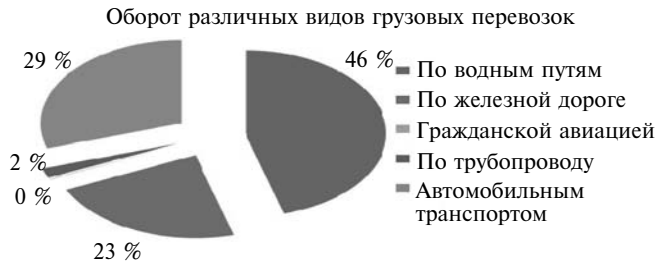


**Рис. 4. Количественное соотношение оборота различных видов грузовых перевозок в 2014 г. [6]**

ная экономика осознала значение опережающего развития. По предварительной оценке, валовой внутренний продукт Китая (ВВП) в 2008 г. составил 30 067,0 млрд юаней (RMB) и вырос на 9,0 %. Что касается роста в отдельных отраслях, то прирост стоимости в сфере производства услуг составил 12 048,7 млрд юаней (RMB) и вырос на 9,5 %.

Объем пассажирского и грузового автомобильного транспорта, который играет важную роль в сфере производства услуг, увеличился соответственно на 30,8 % и 17,0 % по сравнению с 2013 г., соответствовал экономическому росту и внес существенный вклад в национальную экономику особенно при таком сложном международном климате (табл. 2) [7].

К концу 2013 г. китайская сеть автодорог насчитывала 3,73 млн км дорог общего пользования (из которых 60,300 км являются скоростными автомагистралями). В 2013 г. дополнительно было построено 146 500 км автодорог, что на 4,1 % больше, чем в предыдущем году [8].

В Китае автодороги классифицируются по административной ответственности: национальные, провинциальные, районные, городские, специальные автомагистрали и деревенские дороги. В 2014 г. из 3,73 млн км автодорог 155 300 км составляли национальные дороги, 263 200 км — провинциальные, 512 300 км — районные дороги, 1 011 100 км — городские дороги, 67 200 км — специальные автомагистрали и 1 721 000 км — деревенские дороги, что соответственно составляет 4,2 %, 7,1 %, 13,7 %, 27,1 %, 1,8 % и 46,1 % всей протяженности автодорог страны (рис. 5) [9].

По технической классификации автодороги разделяются на скоростные автомагистрали, автодороги класса I, класса II, класса III, класса IV и не относящиеся к какому-либо классу. В 2014 г. из общей протяженности автодорог Китая 60 300 км приходилось на скоростные автомагистрали, 54 200 км — на автодороги класса I, 285 200 км — на автодороги класса II, 374 200 км — на автодороги класса III, 2 004 600 км — на автодороги класса IV и 951 600 км — на автодороги, не относящиеся к какому-либо классу, что соответственно составляет 1,6 %, 1,5 %, 7,6 %, 10,0 %, 53,7 % и 25,5 % всех 3,73 млн км автодорог страны (рис. 6) [10].

**Рис. 5. Классификация административног о деления автомагистралей в 2014 г.**

В 2014 г. плотность китайских автомагистралей достигла 38,9 км на 100 км$^2$, что на 1,5 % больше, чем в предыдущем году (табл. 3) [11].

В настоящее время развитие различных районов все еще не сбалансировано, протяженность автомагистралей в центральной и западной частях страны продолжает увеличиваться, а техническое состояние автомагистралей в центральном и западном районах улучшается. В 2008 г. протяженность автомагистралей в восточной части Китая достигла 1,1 млн км и увеличилась на 28,8 тыс. км по сравнению с 2007 г. протяженность автомагистралей в центральной части

**Рис. 6. Классификация технического деления автомагистралей в 2014 г.**

Таблица 3

**Плотность автомагистралей с 2007 по 2014 г.**

| Год | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Плотность автомагистралей (км/100 км$^2$) | 17,7 | 18,4 | 18,9 | 19,5 | 20,1 | 36,0 | 37,3 | 38,9 |

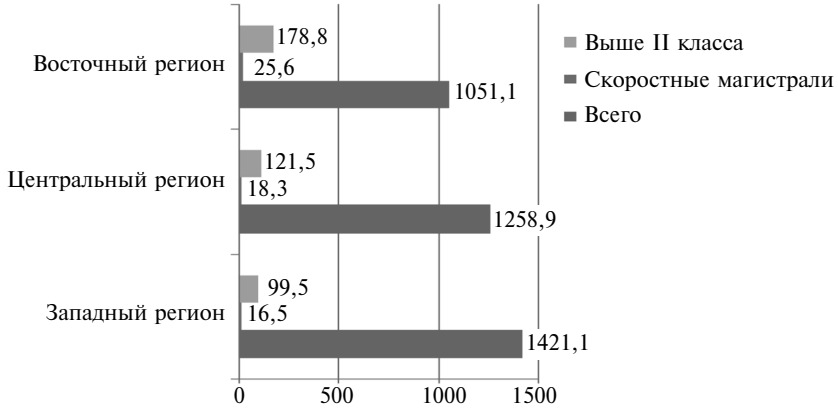


**Рис. 7. Распределение автомагистралей в соответствии с техническими стандартами в различных регионах (тыс. км)**

достигла 1,3 млн км и увеличилась на 36,0 тыс. км; в западной части страны протяженность автомагистралей составила 1,4 млн км, увеличившись на 81,7 тыс. км по сравнению с 2007 г. (рис. 7, статистический бюллетень автомобильного и водного транспорта за 2014 г. и доклад о развитии автомобильного транспорта Китая в 2013 г.).

В Китае 1696,4 тыс. пассажирских дорожных транспортных средств, на которые приходится 25 603,6 тыс. посадочных мест, в среднем по 15,1 посадочных мест на транспортное средство, что на 4,5 посадочных мест больше, чем в 2007 г. Общий тоннаж 7609,7 тыс. грузовиков составляет 36 862,0 тыс. т, в среднем по 4,8 т на грузовик (табл. 4 и 5) [13].

Из представленных таблиц мы можем видеть, что количество посадочных мест увеличивалось быстрее, чем количество пассажирских дорожных транспортных средств; тоннаж также увеличивался быстрее, чем количество грузовиков. Такая тенденция говорит о том, что в Китае предпочтение отдается большим туристским междугородным автобусам и тяжелым грузовикам.

В настоящее время серьезное внимание приковано к развитию логистики в Китае. Потребительский рынок Китая развивается и усложняется. Поэтому эффективное движение товаров в соответствии с цепями поставок очень важно для успеха любого бизнеса и также для общей конкурентоспособности Китая. Логистические услуги и место транспорта на рынке внутреннего и внешнего потребления китайской товарной продукции могут характеризовать не только фактические показатели, но и позитивные и негативные факторы.

Состояние современного китайского рынка логистических услуг и место транспорта на этом рынке определяют следующие фактические показатели и позитивные факторы.

Повышение эффективности логистических услуг в КНР. Спрос на современные логистические услуги возрастает ускоренными темпами. Как предприятия, так и власти Китая предпринимают меры по улучшению логистической эффективности. Очевиден значительный прогресс. Хотя есть свойственные логистической сфере проблемы: растущие цены, нехватка топлива, не всегда удовлетворительное качество инфраструктуры, но все же, по мнению авторов настоящей работы, логистический сектор Китая будет совершенствоваться и станет эффективным.

Таблица 4

**Динамика изменений пассажирских транспортных средств и количества посадочных мест с 2007 по 2014 г. [14]**

| Год | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Пассажирские транспортные средства, тыс. | 1379 | 1409 | 1495 | 1532 | 1522 | 1620 | 1646 | 16 96 |
| Число посадочных мест, тыс. | 16 912 | 17 351 | 18 217 | 18 795 | 19 576 | 23 094 | 24 265 | 25 604 |

Таблица 5

**Динамика изменений пассажирских транспортных средств и количества посадочных мест с 2007 по 2014 г.**

| Год | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Грузовые транспортные, средства, тыс. | 4585 | 4716 | 5108 | 5523 | 5872 | 6477 | 6838 | 7610 |
| Тоннаж, тыс. | 15 684 | 16 181 | 17 404 | 20 789 | 23 613 | 28 676 | 31 337 | 36 862 |

Наибольшая доля транспортных расходов в совокупных логистических затратах КНР.

Большая часть логистических издержек в цене китайских товаров.

Значительные затраты на логистику китайской промышленной продукции.

Недостаточная развитость логистических сетей.

Недостаточное развитие транспортной инфраструктуры.

Нехватка высококвалифицированного персонала.

Для решения перечисленных задач приведены сформулированные в настоящей работе внешние и внутренние факторы и условия усиления мировой значимости грузового транспорта КНР.

**Значительный рост внешней торговли в Азии.** Ключевой рост будет наблюдаться в Азии (особенно в Китае). Более 51 % мировых контейнерных перевозок будет проходить через Азию. В 2001 г. внешняя торговля составляла 79 % ВВП Восточной Азии (для сравнения: в 1991 г. — 50 %).

**Рост внешней торговли в Китае.** Хотя Китай не избежит серьезных трудностей, его рост будет продолжаться в течение следующих пяти лет.

**Разная степень развития транспортной и складской инфраструктуры побережья и внутренних регионов.** Инфраструктура побережья хорошо развита в отличие от инфраструктуры внутренних регионов. Источники экономического роста Китая сосредоточены на побережье, но рост в этих регионах замедляется вследствие растущих цен. Налаживание связей между побережьем и внутренними территориями — ключевой вопрос будущего развития страны. К ним относятся:

— направление грузов североамериканским получателям в разные порты; в Северной Америке у грузоотправителей имеется тенденция направлять прибывающие грузы (поставки) по разным портам с целью минимизации риска сбоя в цепи поставок в случае, если в каком-то отдельном порту случится сбой (забастовка, теракт и т. п.);

— упущенные возможности повышения эффективности транспортных операций вследствие неразвитости инфраструктуры;

— укрупнение основных операторов терминальных услуг и вертикальная интеграция судоходных компаний.

Таким образом, ожидается, что высокие показатели экономического роста Китая сохранятся, поскольку власти страны осуществляют значительные капиталовложения в транспортную инфраструктуру, при этом медленно приоткрывая транспортный сектор для иностранных инвестиций. При наличии некоторых проблемных моментов в транспортной системе Китая (как, например, в сети автомобильных грузоперевозок), в целом можно считать, что транспортные потоки в сторону портов и обратно не будут доставлять особых хлопот в будущем. При этом основной задачей государственных и частных организаций будет снижение затрат на логистику.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**


1. **Хуан Хуай.** Современное состояние и тенденции развития автомобилестроения Китая: автореф. дис. ... канд. экон. наук. 08.00.05, 08.00.14. — М.: МАМИ, 2012.
2. **Хуан Хуай.** Увеличение масштабов производства — основная цель автомобилестроения Китая // Вестник Московского университета "МВД России". — 2013. — № 10.
3. **Хубиев А. П.** Реструктуризация российской автомобильной промышленности в контексте современного мирового опыта слияний и поглощений: дис. ... канд. экон. наук, 08.00.14. — М.: ГУУ, 2012.
4. **Хэ Минцзюнь.** Присоединение КНР к ВТО как фактор ускоренного экономического развития: автореф. дис. ... канд. экон. наук, 08.00.14. — М.: ИДВ РАН, 2013.
5. **Фатхутдинов Р. А.** Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление [Текст] / Р. А. Фатхутдинов. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 312 с.
6. **Федоров Л. С.** Общий курс транспортной логистики: учебное пособие [Текст] / Л. С. Федоров, В. А. Ерсианов, И. Б. Мухаметдинов; под. общ. ред. Л. С. Федорова. — М.: КноРус, 2014 — 312 с.
7. **Цзя Сингун.** Мировая автомобильная промышленность в условиях финансово-экономического кризиса. — Пекин: Машиностроение, 2014. — 205 с.
8. **Цзя Сингун.** Развитие автомобильной промышленности Китая за последние 30 лет. — Пекин: Машиностроение, 2009. — 324 с.
9. **Цзяй Ко.** Причины трудностей трех крупнейших американских автопроизводителей // Quattroruote-China. — 2014. — № 2.
10. **Цзяй Сингуань.** Конец низкой себестоимости китайских автопроизводителей // Automagazine-China. — 2013. — № 8.
11. **China`s economic** grouth and rebalancing Europen Central bank, occational paper series #142, февраль 2013.
12. **Петров С. Б.** Совершенствования управления дистрибьютерской сетью автомобильной промышленности на основе контроллинга: автореф. дис. ... канд. экон. наук, 08.00.05. — М.: МГУИЭ, 2010. — 26 с.
13. **Моржаретто И.** Китайское нашествие: остановить невозможно [Электронный ресурс]. — Журнал "За рулем". 2014. № 3. — Режим доступа: http://www.zr.ru/content/articles/624127-kitajskoe-nashestvie/
14. **Резер С. М.** Международные транспортные коридоры: проблемы формирования и развития [Текст] / С. М. Резер, Т. А. Прокофьева, С. С. Гончаренко. — ВИНИТИ РАН, 2010. — 312 с.
15. **China's economic** grouth and rebalancing Europen Central bank, occational paper series #142, февраль 2013.

# ABSTRACTS OF ARTICLES


2 *Bagichev S. A., Naumov E. A., Kochanov E. V.* Computational and experimental study of load bearing capacity of a seat frame with a use of a seatbelt.
The main purpose of a study during the passenger vehicle designing is to increase the safety of passenger seat to ensure the passengers safety. For this, it is used various structural solutions for the frame and its fastening on the base. Validation of the finite element model is an essential question of expertise assessment of safety automotive designing on the base of results of the simulations.
The article presents the results of computational and experimental studies on the safety specific of a passenger seat frame structure. Numerical study carried out by finite element method in a static nonlinear statement. Full-scale experiment carried out on the original stand using a special recording equipment and then displaying the results on an electronic storage.
**Keywords**: passive safety of a vehicle, finite element modeling, passenger seat frame, safety belt.

5 *Galkin M. L., Zherdev A. A., Markov V. A.* Cooling liquids for special transport engines.
The necessity of modern cooling liquids development is noted. Requirements to cooling liquids for internal combustion engines are considered. Cooling liquids developed for special transport engines are presented.
**Keywords:** special transport, internal combustion engine, diesel engine, gasoline engine, cooling liquid.

8 *Antipenko V. S., Lebedev S. A.* Portable starter with molecular conserved energy.
The article presents the classification of auxiliary power sources and launchers, the basic requirements to them. Disclosed the possibility and prospects of molecular energy stores in the launchers. Described by portable Starter ppu-14 and test results.
**Keywords:** starters, classification, molecular energy storage.

13 *Blinov Y. I.* On fundamentals of creating of dynamic theory of complex structural mechanic systems. Off-road capabilities of a mobil vehicle.
Spatial multilinking dynamic model of interconnected oscillation of engine-transmission facility and suspension most adequately describes complex dynamic interrelations occurring during work processes of many classes of machines. Introduction of additional links into the basic model allows for studying off-road capabilities of a vehicle and provide recommendations for improvement of this quality.
**Keywords:** dynamic, complex-structural mechanic system, spatiality, off-road capabilities, condition of non-stop motion in a differential equation form.

23 *Balakina E. V., Kochetkov A. V., Sanzhapov R. R., Zotov N. M.* Increase of stability of movement of the wheel machine by the choice of size of base.
Influence of base of the wheel car (WC) on its stability of movement is ambiguous. The size of base not only defines current values of normal loadings of wheels on road, but also provides a degree of non-uniformity of growth of coefficient of longitudinal sliding on different wheels. The size and a sign on this non-uniformity depends on a mode of movement and speed of the machine. In clause the technique of a choice of size of base of WC developed by authors by criterion of improvement of estimated parameters of stability of movement is described, and also results of calculation after it are stated.
**Keywords:** the wheel machine, stability of movement, a choice of size of base.

26 *Kochetkov A. V.* Problems of technical maintenance of objects of road infrastructure in strips of branch and roadside strips of highways.
According to Federal law "Technical regulations "On safety of buildings and constructions" on object of religious appointment project documentation has to be developed, assurance about compliance of established object to this law and other normative and contract documents also has to be signed, and also service life of each element of a construction is specified: base, basis, design, accompanying infrastructure. It is necessary to estimate risk of emergence of a road accident under influence of a danger factor from influence of object of religious appointment to decrease in level of traffic safety. The object of religious appointment has to be considered in branch automated base of road data.
**Keywords:** object of religious appointment, technical regulations, database, road economy, engineering maintenance, unauthorized installation.

29 *Rementsov A. A.* Public Private Partnership in the road sector — current state and new financing mechanisms of projects.
Deep analysis of the value of PPPs as a tool for the development of transport infrastructure and cooperation between business and government was considered. Evaluation of PPPs implementation in terms of feasibility of the project (road sector). A new mechanism of deferred tax payments was explored. Basic and most recent statistics and the main trends in the framework of the road construction projects were presented.
**Keywords:** PPP mechanism, transport infrastructure, private business, risks of the project, Tax Increment Financing, strategic objectives, Public-Private Partnership.

34 *Vozmilova S. S., Volgina N. A.* Automotive industry in central and east european contries: modern development trends.
In recent years we can observe the dramatic development of the automotive industry in Central and Eastern European countries (CEE). During the period of 2000-2014 the share of CEE countries in the world auto production rose from 1.8 % to 5 %, and in European production — from 5 % to 20 % correspondingly. Foreign investment became the main driver of this growth; and the key motives for the process were not only favourable economic factors (production capacity held from Soviet times, relatively low wages of workers compared with their relatively high technical professional skills, good geographical location), but also effective industrial policy by CEE governments. Foreign investors, including Volkswagen, Renault, Peugeot-Citroen, Fiat, GM, Ford, Toyota, Hyundai-KIA, Suzuki, used different methods to enter CEE market — from brownfield investment and M&A to greenfield investment. The authors came to the conclusion that the main feature of the automotive sector in CEE became its export-oriented character, and key development trend — the building-up of value added chains in CEE countries, location of assembly plants (Czech Republic and Slovak Republic are the leaders), and later — suppliers of various levels.
**Keywords:** automotive production, central and Eastern European countries (CEE), OEM — original equipment manufactures, foreign direct investment (FDI), greenfield investment, brownfield investment, mergers and acquisitions (M&A), value-added chains, assembly plants, auto suppliers.

43 *Dan Chenggong.* Analysis of the development of motor transport in the transport infrastructure of the PRC.
Article discusses an analysis of development of Chinese vehicles-freight and passenger transportation of CHINA, compared to them, the role played in the process of growth of GDP. Next, an analysis of the increase in the length of highways with 2007 on 2014 gg. nedostoistvo contemporary Chinese market of logistical services and place of transport and a way to improve the situation.
**Keywords:** automotive vehicles, the country's economy, China.



Художественный редактор *Т. Н. Галицына*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*
Сдано в набор 12.10.2015. Подписано в печать 11.11.2015. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5.88.
Отпечатано в ООО «Канцлер», 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.
Оригинал-макет: ООО «Адвансед солюшнз». 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**