

Исследование влияния передаточных чисел коробки передач на скоростные свойства и топливную экономичность автобусов

Выбор и обоснование методики исследований. Для определения топливной экономичности АТС (автотранспортных средств) на практике используются два вида исследований: экспериментальные и расчетные.

Стоимость испытаний на топливную экономичность достаточно высока. Так по данным журнала *Ingeneurs de L'automobile* 1 км пробега 38 тонного автопоезда оценивается в 30-40 евро. Причем, в балансе общих затрат, испытания составляют существенную долю. Это во многом связано с наличием случайных факторов искажающих результаты экспериментов: нестабильность погодных и дорожных условий, неодинаковый износ и степень приработки механизмов, различие в их регулировках, неодинаковое физическое и психическое состояние водителей, манеры их управления автомобилем и т.п.

Для снижения отрицательного влияния случайных факторов испытатели идут на увеличение числа однотипных объектов и их пробега. Например, фирма Mercedes для оценки влияния мощности двигателя на топливную экономичность седельных автопоездов проводила испытания (совмещая их с коммерческими перевозками), в которых участвовало несколько десятков объектов, пробег каждого из них превосходил 100 тыс. км. Аналогичным образом поступают отечественные специалисты. Так, для установления новых цен на автомобили с улучшенной топливной экономичностью в 1984-1985 гг. Минавтопром СССР совместно с Минавтотрансом РСФСР планировал провести сравнительные испытания серийных и модернизированных автомобилей. Заинтересованные организации пришли к выводу, что для получения достоверных данных о влиянии на топливную экономичность автомобилей ГАЗ-53-12 двух мероприятий (вихревая камера сгорания и новые радиальные шины) автозавод должен предоставлять на испытания 20 серийных автомобилей и 20 с упомянутыми изменениями. Пробег каждого из этих автомобилей, в ходе которого производились замеры топлива, должен быть не менее 15 тыс. км.

Чтобы еще раз убедиться в достоверности и обоснованности наших рассуждений достаточно взглянуть на результаты испытаний регулярно публикуемых в журналах

MOT, Autocar, Quattroruote и др. Из них видно, что даже при простейших замерах расходов топлива (при постоянной скорости) разброс показателей у одной модели нередко превышает 10 %.

Из-за этого, экспериментальным путем, сложно определить даже качественное влияние на расход топлива автомобиля многих мероприятий: установки аэродинамических устройств на городских фургонах, применения магниевых дисков колес вместо стальных, использование новых моторных и трансмиссионных масел и т.п.

При расчетных исследованиях полностью отсутствуют случайные факторы, поэтому, если используемые нами теории корректны, то мы рассчитам, как правило, доверяем больше чем экспериментам. Например, рассчитав площадь прямоугольной комнаты по известной формуле, маловероятно, что кто-то из нас попытается проверить полученный результат, путем заполнения пола комнаты эталонными квадратиками.

Наше мнение не изменится, даже в случае если эксперименты ни количественно и ни качественно не совпадают с теорией. Так, собираясь в дальний рейс на автопоезде, мы взяли собой 10 кг продуктов, в результате мы точно знаем, что его масса увеличится на те же 10 кг, хотя на основе экспериментов (из-за погрешности автомобильных весов) можно получить, что она, например, уменьшилась на 30 кг или увеличилась на 50.

Следует отметить, что мы не оригинальны в своих убеждениях, поскольку к аналогичным выводам еще раньше нас пришли другие ученые.

Так, известный физик Альберт Эйнштейн говорил, что «Если верной теории противоречат факты, то тем хуже для фактов».

Приведенные данные дают основание утверждать, что для определения скоростных свойств и топливной экономичности АТС в эксплуатации необходимо использовать корректные **расчетные методы**. Известно, что аналогичное мнение имеют многие зарубежные фирмы занимающихся такими расчетами. Среди них: DAF, Renault, Scania, AVL (Австрийская фирма, специализирующаяся на разработке компьютерных программ) и др.

В данном случае для выполнения расчетных исследований целью которых является установления влияния передаточных чисел коробки передач на скоростные свойства и топливную экономичность автобусов предлагаем использовать компьютерную программу MBK.

Инструменты и способы достижения поставленных целей при использовании компьютерной программы МВК.

Основные виды расчетных исследований. МВК позволяет провести полный комплекс лабораторно-дорожных испытаний: равномерное движение и разгоны в любом заданном диапазоне скоростей на отдельных передачах или с переключением передач на горизонтальной дороге, на уклонах и подъемах, выбеги на каждой передаче в любом диапазоне скоростей.

Предусмотрены так же стендовые испытания для определения расходов топлива и выбросов CO₂ в циклах EU и эксплуатационные. Для выполнения последних предлагается несколько видов дорог и маршрутов: динамометрическая и скоростная НАМИ, горная (Памир), участок Штутгартского кольца – 225 км (система дорог в Германии, на которых проводятся сравнительные испытания автопоездов различных фирм), городской маршрут, карьерный, дорога для испытаний моторных тормозов и т.п. Если пользователя не устраивает профиль дороги, то его можно тут же изменить или «создать» новую дорогу. При желании любую из дорог можно покрыть льдом, грунтом, снегом, установить ограничение скорости на ее участках, можно преодолевать маршрут с полным или частичным использованием мощности двигателя и тормозных свойств.

С помощью МВК имеется возможность изучать и другие важные характеристики, и свойства АТС. Например, исходные данные для расчетов на прочность и усталость агрегатов можно определить на основе фиксируемых значений крутящих моментов и время их действия на каждой передаче в коробке передач в процессе движения АТС на разных маршрутах. Шум и износ агрегатов косвенно (об/мин, об/км, количество переключений в КП).

Банк данных МВК. Включает в себя научные материалы, полученные на основе работ выполненных большинством производителей АТС всего мира за два последних десятилетия и не имеет аналогов в мире. В настоящее время в нем более 5000 АТС 2000-2015 г.г. полной массой от 0.5 до 555 тонн и колесной формулой тягача от 4x2 до 8x8. Среди них существенную долю составляют новые автомобили. Он так же включает в себя характеристики около 2500 двигателей мощностью от 30 до 3550 л.с., более 1500

коробок передач различных конструкций, шины, аэродинамические параметры более 1000 автомобилей и др.

Топливный баланс. В компьютерной программе МВК имеется топливный баланс автомобиля во всех режимах движения, что дает возможность пользователю, оценить степень совершенства каждого агрегата АТС.

Точность. Не маловажным преимуществом МВК является наличие системы контроля, с помощью которой имеется возможность наглядно оценить, насколько корректны параметры АТС. Точность возрастает когда, удастся увеличить число объектов исследований с одинаковыми агрегатами или величины их пробега. Поясним эту мысль на конкретном примере.

На имеющемся в компьютерной программе МВК автомобиле Volkswagen Golf используется дизель рабочим объемом 1,968 л. и мощностью 170 л.с. Этот же двигатель имеют еще 26 различных автомобилей, а коробку передач DSG 10. Они устанавливаются на автомобилях Audi, Volkswagen, Seat и Skoda. Кузовом автомобиля Volkswagen Golf располагают 16 объектов, его шинами 225/45 R 16 оборудованы еще 105 автомобилей.

Для данного автомобиля Volkswagen Golf и всех легковых автомобилей, многие рассчитанные характеристики отличаются от экспериментальных значений в среднем на 3-5%. К ним относятся: максимальная скорость, время разгона, расходы топлива при постоянных скоростях движения, в циклах EU и т.п.

Эти данные дают основание утверждать, что параметры агрегатов, которыми располагает банк данных МВК мало отличаются от фактических. Например, многопараметровые характеристики двигателей определяются с учетом влияния на них внешней аэродинамики автомобиля, аэродинамики подкапотного пространства и конструкции впускной и выпускной систем. Высокую достоверность имеют аэродинамические характеристики объектов, поскольку они получены не в аэродинамических трубах, а на основе дорожных испытаний и др.

Например, для автопоездов математическая модель отработывалась на участке Штутгартского кольца Grafenhausen-Werratal (226 км), который проходит через Альпы. О степени совершенства модели можно судить на основе сопоставление результатов

расчетов с экспериментальными данными, которые для ряда 40 тонных автопоездов основных европейских производителей, приведены в таблице.

Автопоезда массой 40 т	Средняя скорость км/ч			Расход топлива л/100 км		
	Факт	Расчет	Разница %	Факт	Расчет	Разница %
DAF – 105XF 12,9 (510)	82,5	82,1	0,7	39,8	37,9	4,8
Iveco AT 440 10,3 (420)	80,3	80,68	0,4	37,2	36,6	1,6
MAN 18 440TGX 10,5 (440)	81,0	81,1	0,1	38,1	38,3	0,5
Mercedes 1851 16.0 (551)	82,3	82,3	0	37,8	38,7	2,3
Renault Premium 10.8 (450)	80,6	81,7	1,4	39,2	38,5	1,8
Scania R 480 Higline 12.7 (480)	82,3	83,7	1,5	39,8	38,8	2,5
Volvo – FH 16 16.1 (540)	82,1	82,8	0,9	39,6	39,0	1,5

Примечания.

1. Рядом с автомобилями даны рабочий объем и мощность двигателя в л.с.

Примеры экспресс – анализа конструктивных параметров автобусов с помощью МВК.

В 1999 г. главный конструктор Голицинского автобусного завода В.В. Маковецкий попросил продемонстрировать возможности МВК для его сотрудников. В качестве объекта расчетных исследований был выбран автобус ГолАЗ 4242, который в тот момент собирался на заводе. Его общий вид и параметры приведены на рис. 1.

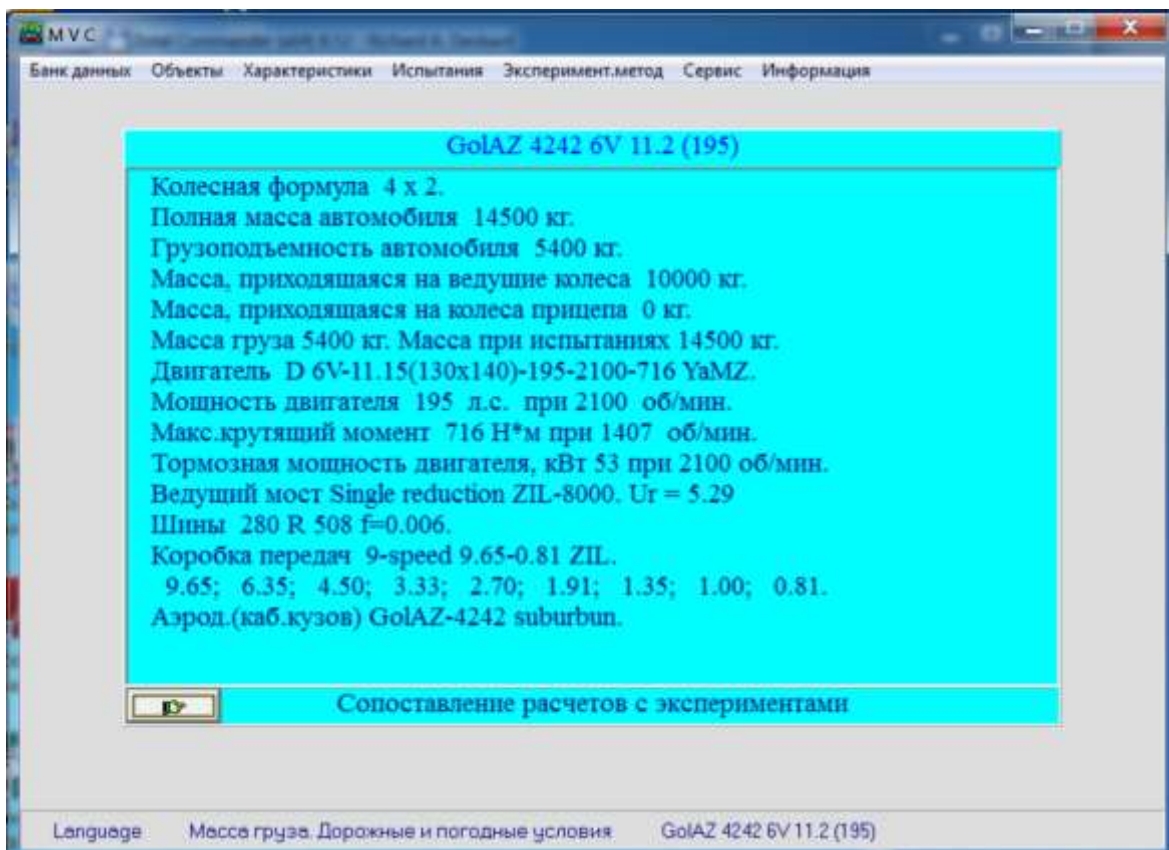


Рис. 1 Автобус ГолАЗ 4242 и его исходные параметры.

В процессе демонстрации МВК ввели в программу параметры автобуса ГолАЗ 4242. При анализе его динамической характеристики с 9-ти ступенчатой коробкой ЗИЛ установили, что для лучшего разгона автобуса первую и вторую передачу из работы необходимо исключить, поскольку ускорения на них меньше, чем на третьей (см. рис.3).

Сразу же из банка данных МВК подобрали подходящую коробку для замены. Ей оказалась 5-ти ступенчатая коробка передач ЯМЗ. Параметры автобуса с новой коробкой и его динамическая характеристика показаны на рис. 4.

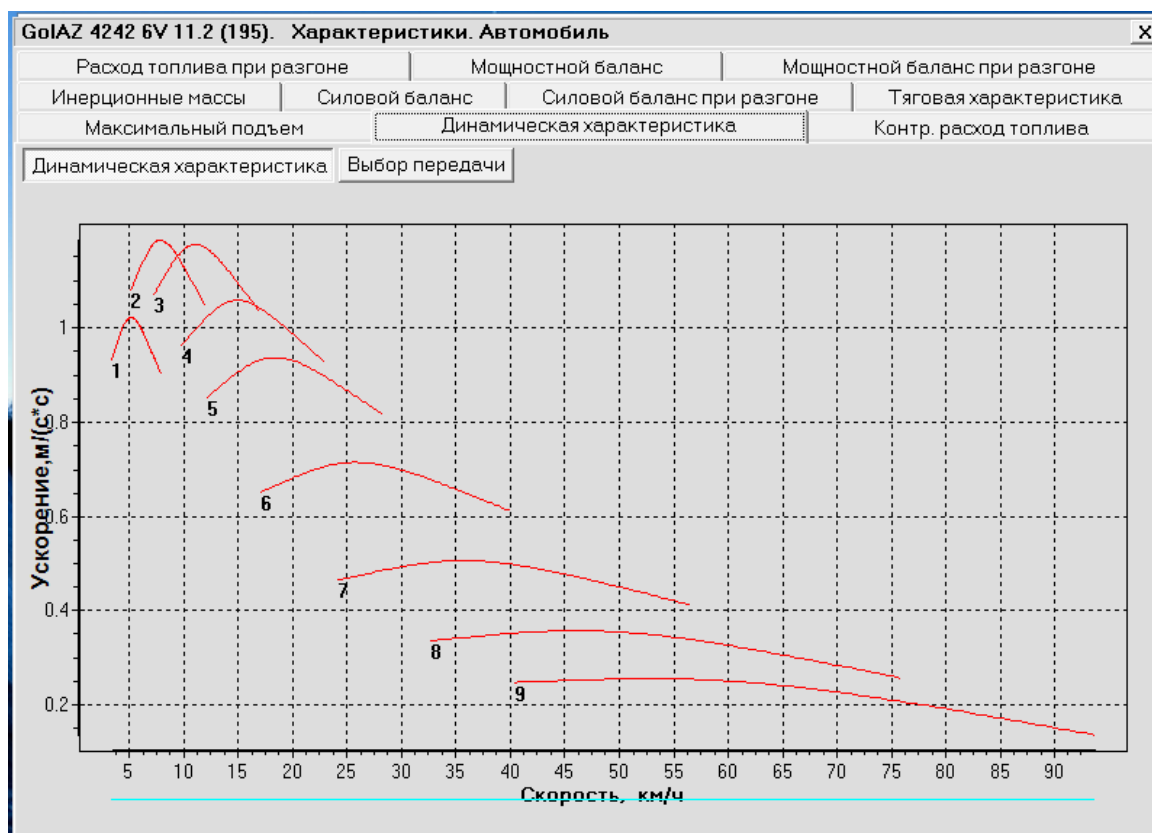


Рис. 3 Динамическая характеристика автобуса ГолАЗ 4242

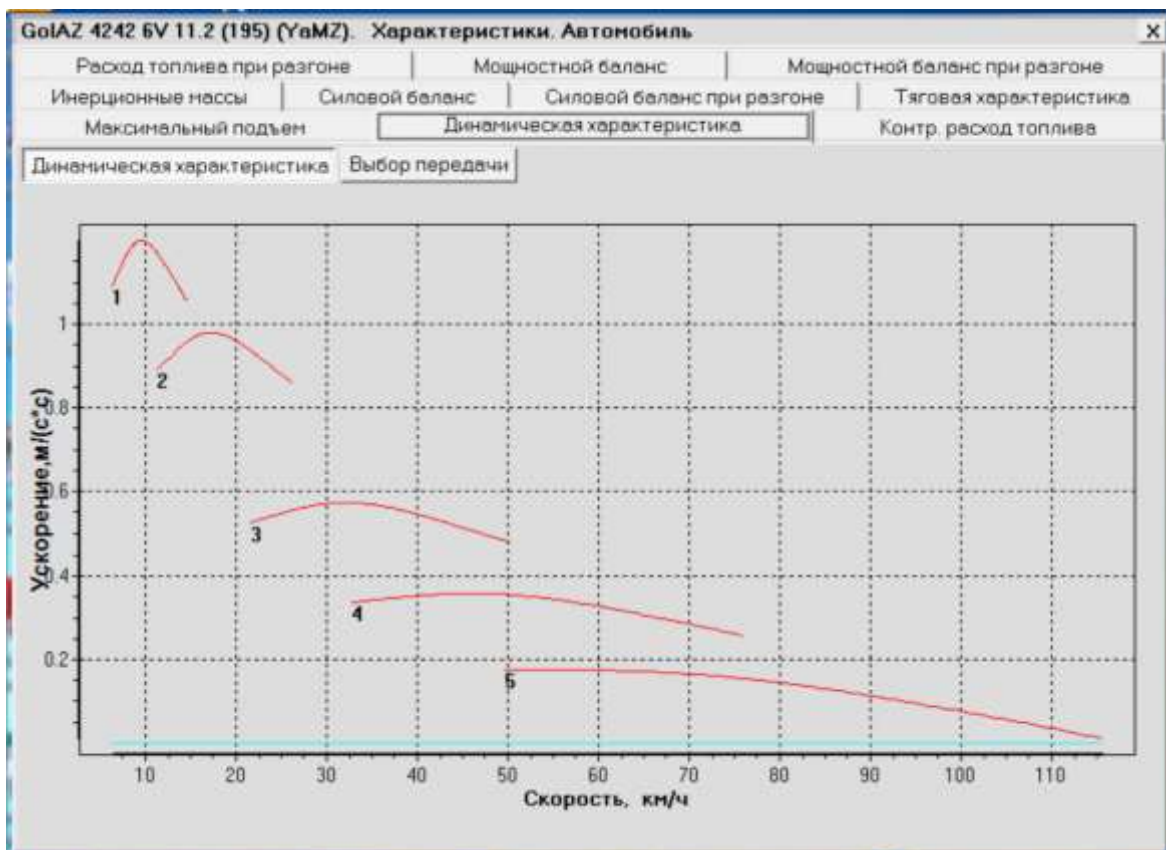
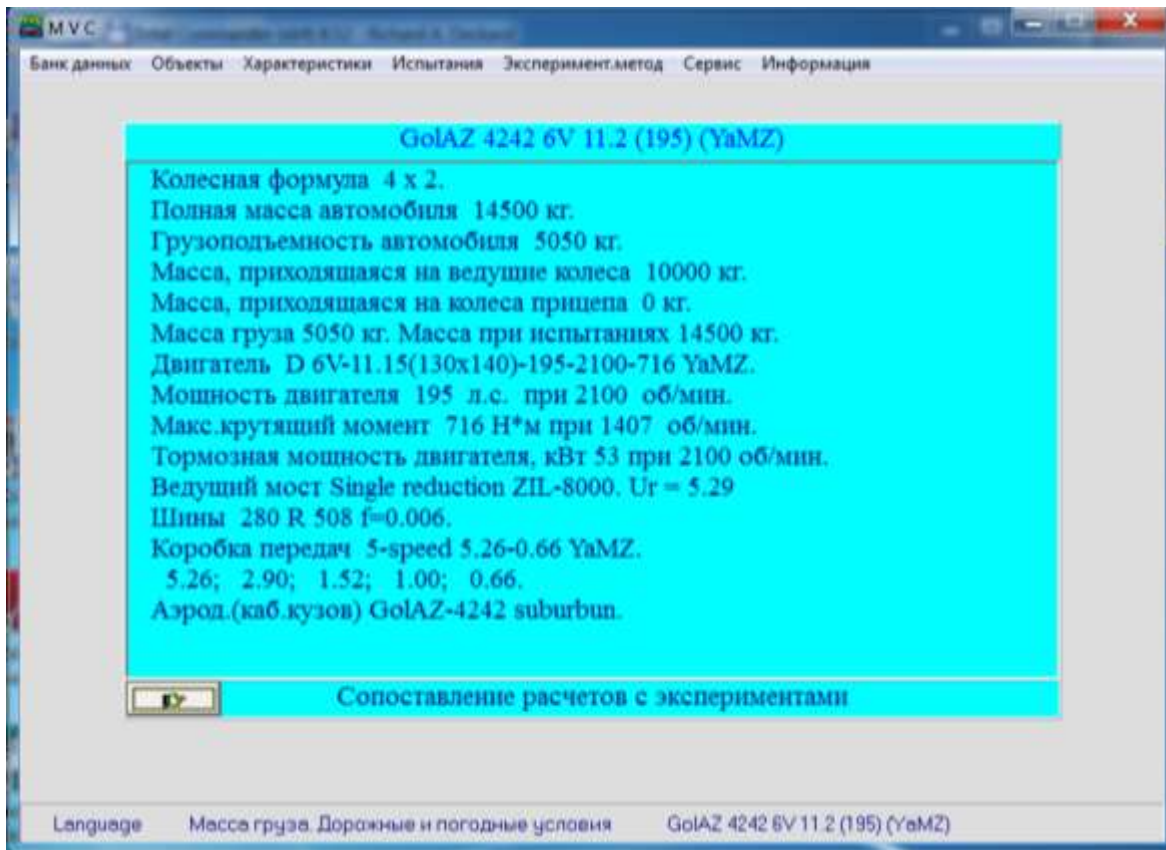
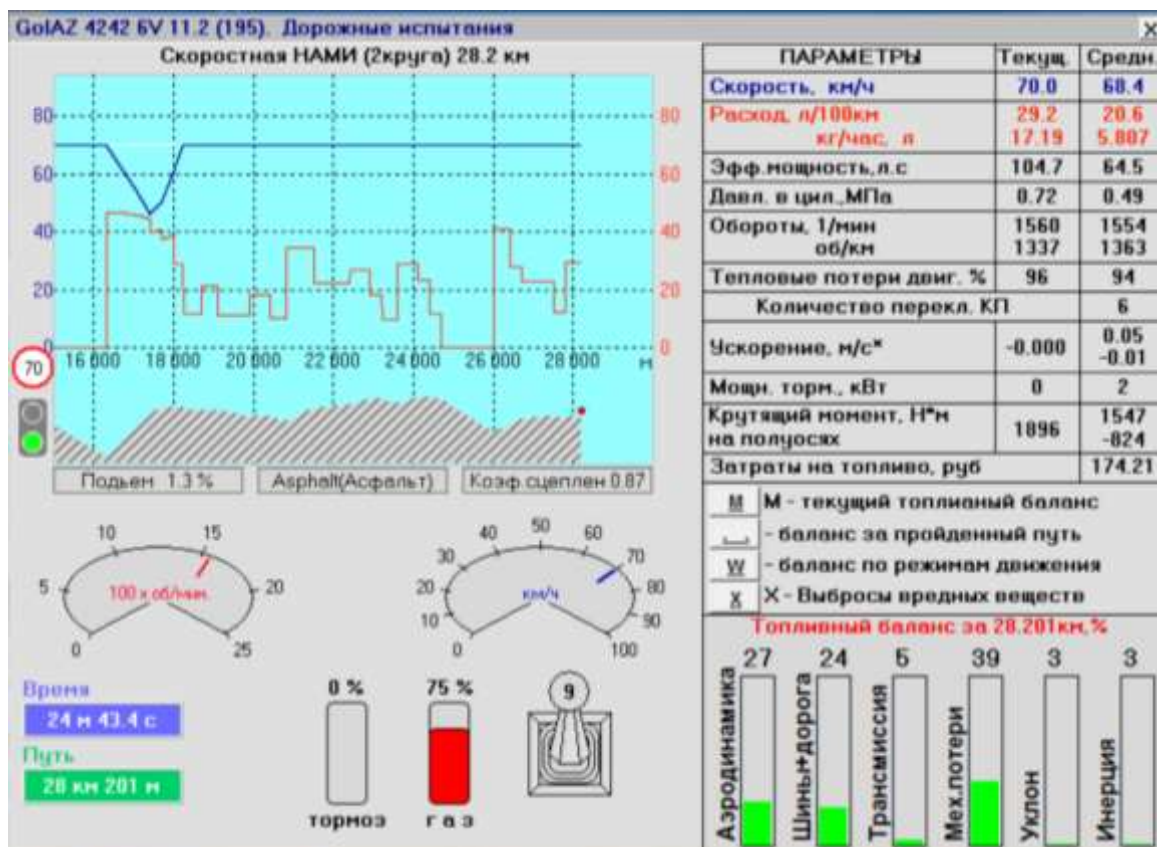
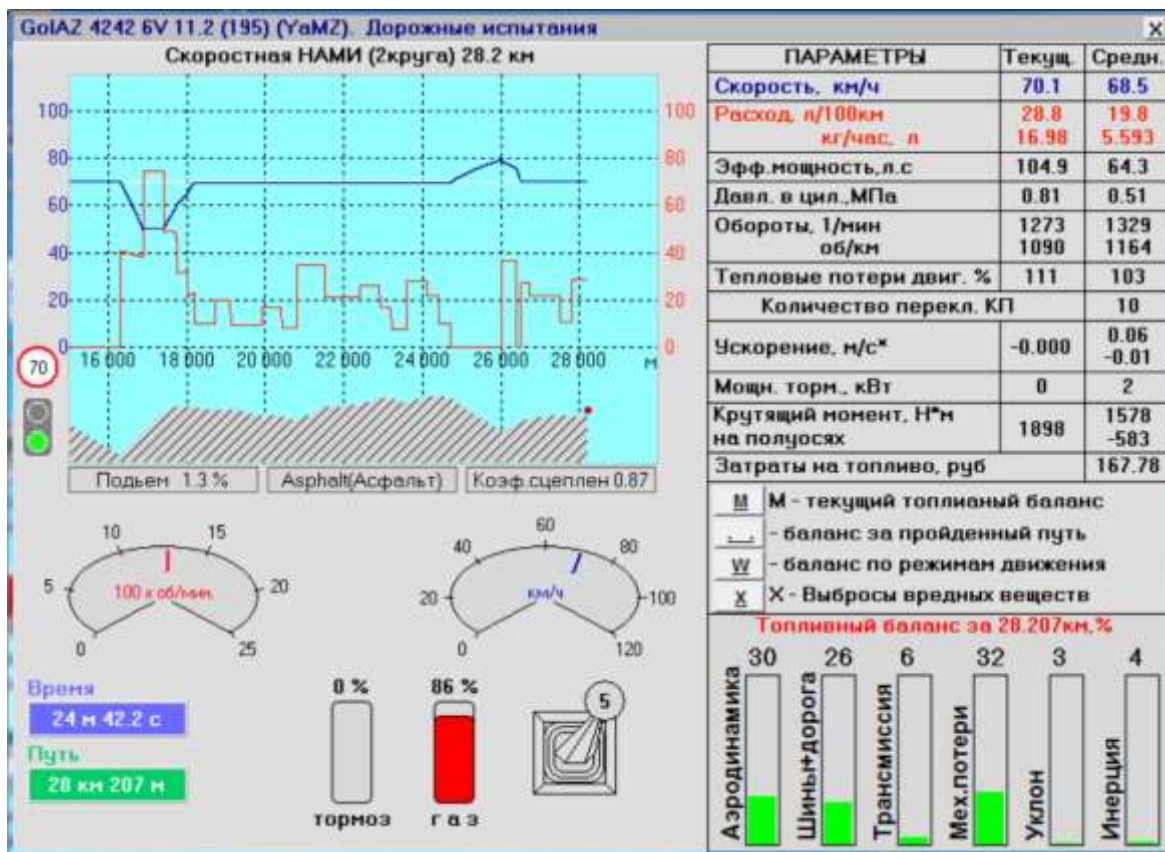


Рис. 4 Параметры автобуса с 5-ти ступенчатой коробкой передач ЯМЗ и его динамическая характеристика.

Расчетные исследования имеющегося варианта и модернизированного показывают, что их свойства примерно одинаковые. Автобус с 9-ти ступенчатой коробкой передач ЗИЛ имеет преимущество около 4% при движении по городскому маршруту. Примерно столько же он проигрывает при движении по дороге, расположенной на средне - холмистой местности (см. рис. 5).



а)



б)

Рис. 5 Фрагменты движения автобуса ГолАЗ 4242 по дороге расположенной на средне - холмистой местности (а) с 9-ти ступенчатой коробкой передач ЗИЛ, (б) с 5-ти ступенчатой коробкой передач ЯМЗ.

В результате экспресс-анализа выявлены ошибки при проектировании автобуса и даны конкретные рекомендации по их устранению.

Модернизированный автобус получил более простую коробку передач (5-ти ступенчатую вместо 9-ти), которая без всяких доработок комплектуется с его «родным» двигателем (ЯМЗ). При этом скоростные свойства автобуса практически не изменились, а топливная экономичность в преимущественных для пригородного автобуса режимах (движение по дорогам) немного улучшилась.

Голицинский автобусный завод принял эти рекомендации для реализации.

Приведем пример сравнения расхода топлива на смоделированном маршруте для городского автобуса ЛиАЗ-529230 с разными коробками переключения передач фирм ZF и Voith. Данный автобус широко используется в настоящее время в РФ для перевозки пассажиров в городах. Он может комплектоваться двумя разными коробками передач

фирмы ZF, 6-ти ступенчатой автоматической коробкой переключения передач Ecomat и Ecolife. В качестве ведущего используется мост фирмы ZF с передаточным числом главной передачи 6,21.

Результаты расчетных испытаний в г. Москва на автобусном маршруте № 71(Камчатская- Электрозаводской мост) приведены на рис. 6,7 и 8.

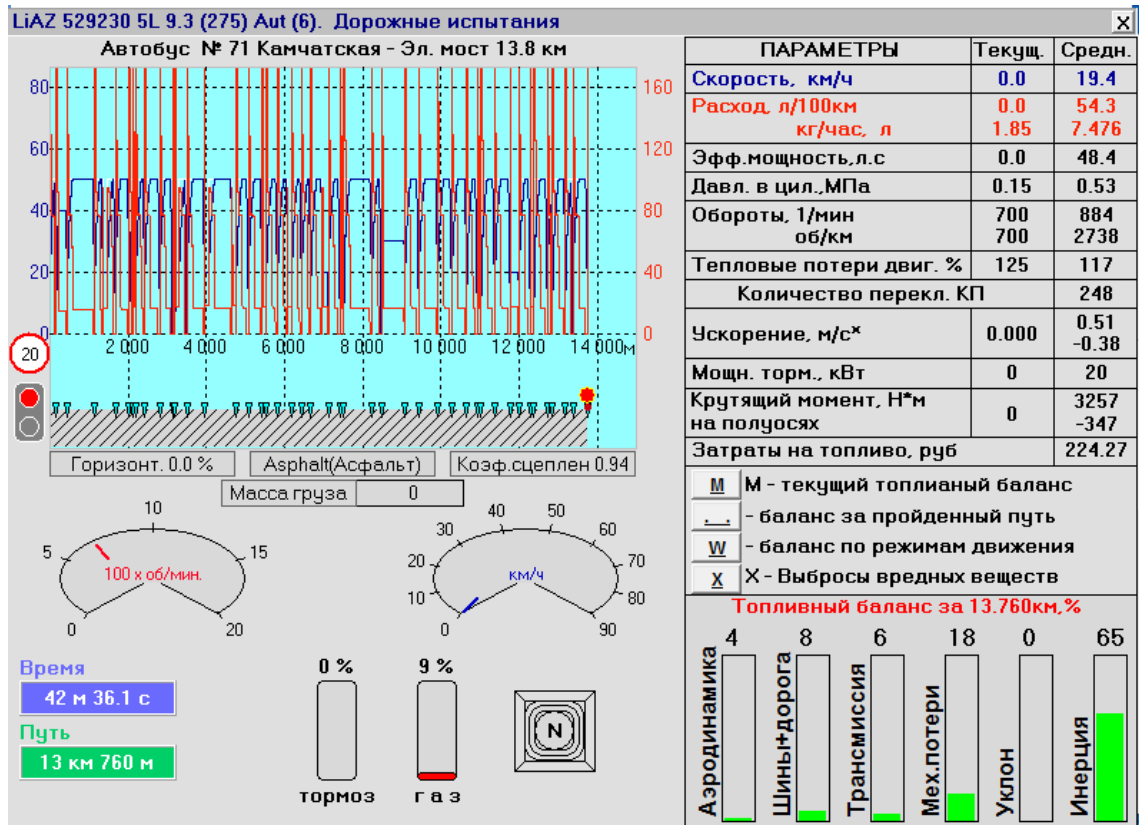


Рис. 6 Испытание автобуса ЛиАЗ-529230 с 6-ти ступенчатой АКПП Ecomat

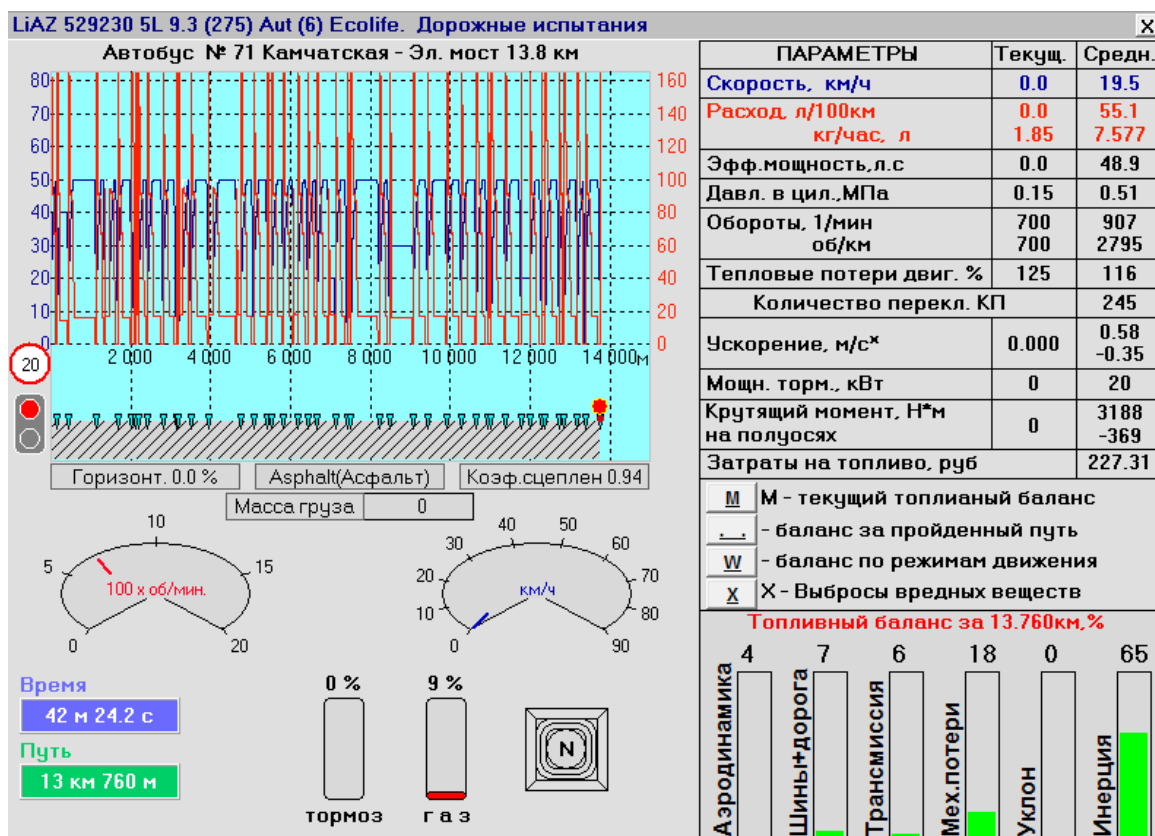


Рис. 7 Испытание автобуса ЛиАЗ-529230 с 6-ти ступенчатой АКПП Ecolife

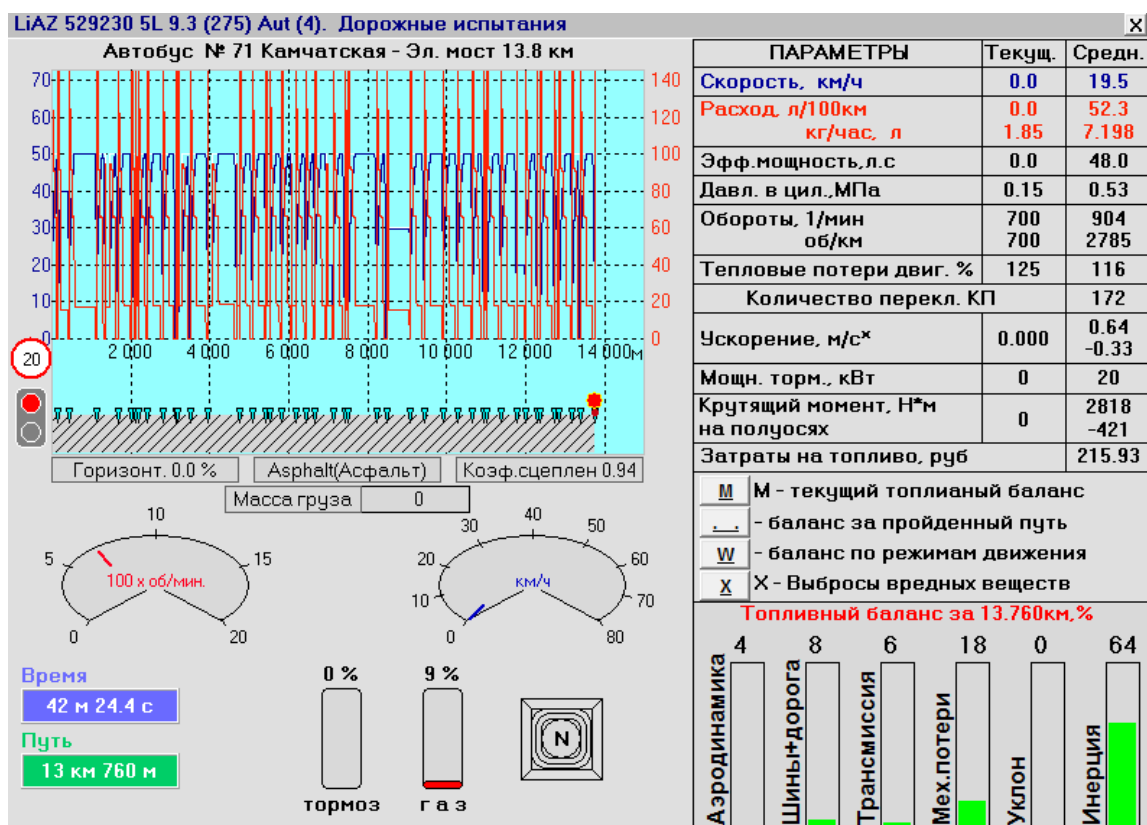


Рис. 8 Испытание автобуса ЛиАЗ-529230 с 4-х ступенчатой АКПП Voith

Анализ лабораторно-дорожных испытаний показывает, что применение 4-х ступенчатой автоматической коробки переключения передач позволяет сократить

Гуров М.Н. тел. (925)179-78-47
email: gurov_mn@mvc-auto.ru

расход топлива примерно на 5% при сохранении той же средней скорости движения в процессе прохождения маршрута.

Опыт института НАМИ показывает, что для проведения аналогичных работ экспериментальным путем требуется несколько месяцев, при этом положительный результат не гарантируется.

Подобные лабораторно-дорожные испытания позволяют сократить время и материальные ресурсы на испытания, как вновь создаваемых, так и модернизированных транспортных средств. Это позволяет выявить ошибки на этапе проектирования, а также обоснование выбранных параметров автомобиля.

Варианты выполнения расчетных исследований с помощью компьютерной программы МВК

1. Выполнение заказов на проведение экспериментальных и расчетных исследований нашими силами.

2. Передача отдельных элементов МВК или всего пакета компьютерных программ заказчику.

Комплексные расчетные исследования самостоятельно, после короткого инструктажа, выполнялись рядом предприятий: МАЗ, КамАЗ, УралАЗ и др.

ОАО «НИИАТ» использует МВК для определения расходов топлива на автомобильном транспорте.

Концерн Кузбасразрезуголь использовал МВК для расчета расходов топлива карьерных самосвалов при различных профилях угольных разрезов.

Коммерческие фирмы ООО «Уник Авто», ООО «Транспортный консалтинг», ООО «Услуги Авто» и ООО «ЦКПТ Ориентир» используют МВК для различных расчетных исследований, как самостоятельно так и с помощью наших специалистов.