

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

ПОДПИСНАЯ НАУЧНО ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

# ТРАНСПОРТ

4/1990

Издается ежемесячно с 1967 г

В. Д. Бурдаков,  
Г. В. Смирнов

## АЛЬТЕРНАТИВА ТОННО-КИЛОМЕТРАМ



Издательство «Знание» Москва 1990

## От редакции

Главная задача транспорта — доставить груз по назначению точно в заданный срок. К сожалению, широко применяемые ныне тонно-километры не учитывают именно скорости доставки, что порой ведет к нарушению договорных обязательств в народном хозяйстве, о недопустимости которого много говорится сейчас в печати. Советские ученые П. Кузнецов и Р. Образцова из теоретических соображений выработали новый критерий оценки работы транспорта — тран, учитывающий три фактора: тонны, километры и квадрат скорости доставки. Оценка транспортных услуг по трану сделает невыгодным искусственное «накручивание» километража, так как время доставки, входящее в новый критерий в квадрате, с лихвой перекроет прирост дальности перевозки. Тран позволит также выработать более точную и объективную систему оплаты транспортных услуг в премировании за экономию топлива и смазочных материалов.

В последние годы стала быстро развиваться квалиметрия — наука, вырабатывающая методы количественной оценки качества продукции. Положив тран в основу квалиметрий транспортных средств, советский специалист В. Бурдаков — один из авторов данной брошюры — получил метод, позволяющий сравнивать между собой автомобили, самолеты, суда, локомотивы, однозначно выявлять лучшие перспективные образцы, аналитически оценивать границы мирового рынка и корректно установить так называемый мировой уровень на транспорте.

О том, как был найден новый критерий тран, как с его помощью можно оценивать транспортные услуги и средства транспорта, и рассказывается в этой брошюре.

ББК 39.1  
Б 92

Авторы БУРДАКОВ Валентин Дмитриевич — член Постоянной комиссии по проблемам транспорта АН СССР; СМИРНОВ Герман Владимирович — журналист.

Редактор: Зубкова М. С.

**Бурдаков В. Д., Смирнов Г. В.**

Б 92 Альтернатива тонно-километрам. — М.: Знание, 1990. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер «Транспорт»; № 4).

ISBN 5-07-001281-9

15 к

Тран — новый критерий оценки эффективности работы транспорта, предложенный советскими учеными П. Кузнецовым и Р. Образцовой. Он позволяет оценивать стоимость транспортных услуг и средств более точно и объективно, чем широко применяемые ныне тонно-километры. Разъяснению смысла нового критерия и посвящена предлагаемая брошюра.

Рассчитана на специалистов транспорта, лекторов, преподавателей транспортных вузов.

3201000000

ББК 39.1

ISBN 5-07-001281-9

© Бурдаков В. Д., Смирнов Г. В., 1990 г.

## Что такое тран и откуда он взялся?

В 1985 г., отвечая на вопросы корреспондента «Правды», советский ученый П. Г. Кузнецов критически отзывался о тонно-километрах, широко применяющихся ныне для оценки работы транспорта. «Что обещает транспорт, когда предлагает свои услуги? — говорил Кузнецов. — Доставить груз по назначению в заданное время, которое дается расписанием движения... Учитывает ли основной показатель — тонно-километры — это важнейшее условие? Нет, не учитывает. И нередко грузы задерживаются на складах и станционных путях или даже идут отнюдь не кратчайшими путями».

Попытки включить время доставки в критерий оценки транспортных услуг предпринимались давно. Так, еще в 1950 г. проф. Н. Г. Винниченко предложил вместо тонно-километров использовать так называемую транспортную единицу действия — произведение тонно-километров на скорость доставки, выраженную в километрах в час. Новый критерий был апробирован на Московском железнодорожном узле диспетчером К. П. Королевой. Сведения о нем появились в специальной литературе, но в практике он так и не укоренился: транспортники упорно продолжали держаться за не только привычные, но и небезвыгодные им тонно-километры. В самом деле, у нас не принято платить пассажирам и грузополучателям неустойку за несвоевременную доставку, поэтому работникам транспорта выгоднее экономить горючее за счет снижения скорости, чем доставлять груз вовремя. За экономию положены премии, а за опоздание в худшем случае пожурят. Вот и выходит, что некорректно выбранный критерий искажает работу транспорта, толкает его работников на нарушение графиков движения.

Исправить это положение, рационализировать перевозки и поставить оценку работы транспорта на научную основу призван тран — новая транспортная единица действия, выдвигаемая взамен традиционным тонно-километрам.

Чтобы понять, в чем суть нового критерия, необходимо сделать некоторое отступление в область теории измерений и размерностей...

## Вместо предисловия

Измерение абсолютной величины критерия технического уровня видов транспорта, предлагаемое в данной брошюре, основано на энергетическом подходе к проблеме, когда транспортное средство оценивается по совокупности трех свойств — величине полезного эффекта работы, материальным издержкам эксплуатации и долговечности конструкции. Эти три показателя можно получить, располагая восемью—десятью важнейшими исходными параметрами объекта, а этого достаточно, чтобы иметь представление о техническом облике объекта без привязки к какому-либо аналогу или эталону для сравнения.

Получив возможность объективно оценивать каждый отдельный образец транспортного средства, исследователь и конструктор могут проследить развитие данного класса машин во времени и пространстве. В первом случае сравниваются по единой методике и критериям старые и новые модели, устанавливаются перспективы на темпы роста технического уровня и нормы сменяемости моделей, вырабатываются рекомендации по аттестации на категории качества. Появляется также возможность ведения сквозной экспертизы данного вида транспорта на всех этапах его жизненного цикла — от проектирования до конца эксплуатации.

Во втором случае проводится расчет технического уровня множества отечественных и зарубежных моделей одних лет выпуска и составляется поле мирового рынка однотипных машин с установлением предельных максимального и минимального уровней. С помощью такого поля однозначно определяется положение новой модели на мировом рынке и запас ее конкурентоспособности. Не исключено, что предлагаемый подход позволит в дальнейшем установить связь между ценой объекта и величиной его технического уровня или технического качества.

*Доктор технических наук,  
профессор О. ЧЕМБРОВСКИЙ*



Таблица 1

Таблица Р. ди Бартини и П. Г. Кузнецова

	$L^{-1}$	$L^0$	$L^1$	$L^2$	$L^3$	$L^4$	$L^5$	$L^6$
$T^{-6}$								Скорость переноса мощности — мобильность
$T^{-5}$							Мощность, 1855 г., Дж. Максвелл	
$T^{-4}$			Удельный вес. Градиент давления	Давление. Напряжение	Поверхностное натяжение. Жесткость	Сила	Энергия, 1842 г., Р. Майер	Скорость переноса момента импульса — тран
$T^{-3}$			Массовая скорость	Вязкость	Массовый расход	Импульс, 1686 г., И. Ньютон	Момент импульса, 1800 г., П. Лаплас	
$T^{-2}$		Угловое ускорение	Линейное ускорение	Потенциал гравитационного поля	Масса, 1619 г., И. Кеплер		Динамический момент инерции	
$T^{-1}$		Угловая скорость	Линейная скорость	Скорость изменения площади, 1609 г., И Кеплер				
$T^0$	Кривизна	Безразмерные величины (радиан)	Длина	Площадь	Объем	Момент инерции площади плоской фигуры		
$T^1$			Период					
$T^2$								

Говорят, сложность цивилизаций, как в зеркале, отражается в сложности используемых ими единиц измерения. Потребности античного мира легко удовлетворялись каким-нибудь десятком единиц — угла, длины, веса, времени, площади, объема, скорости. А в наши дни Международная система единиц содержит семь основных единиц (длина, масса, время, количество вещества, температура, сила тока и сила света), две дополнительные (плоский и телесный угол) и около двухсот производных, используемых в механике, термодинамике, электромагнетизме, акустике, оптике. Кроме Международной, используются на практике и другие системы: СГС — сантиметр, грамм массы, секунда; английская FPS — фут, фунт, секунда и т. д.

Хотя с 1963 г. Международная система является предметом законодательных актов во многих странах, среди ученых продолжают споры о наиболее обоснованном выборе числа и вида основных единиц. В самом деле, почему в системе СГС было принято в качестве основных три единицы, а, скажем, не пять или одна? Почему в Международной системе их количество увеличено до семи? Существует ли строгое обоснование у всех существующих систем или в основе их лежат не поддающиеся строгому определению соображения удобства пользования?

Мысль о том, что для построения системы единиц измерений достаточно всего двух величин — длины и времени, была выдвинута в 1873 г. Дж. Максвеллом, а с 1941 г. ее активно пропагандировал английский ученый Б. Браун. В 1965 г. опубликовал свою первую работу в этой области известный советский авиаконструктор Р. ди Бартини, который позднее получил ряд важных и интересных результатов совместно с П. Г. Кузнецовым.

Разработанная ими кинематическая система физических величин (табл. 1) состоит из вертикальных столбцов, представляющих собой ряд целочисленных степеней длины (от  $L^{-3}$  до  $L^6$ ) и горизонтальных строк — целочисленных степеней времени  $T$  (от  $T^{-6}$  до  $T^3$ ). Пересечение каждого столбца и каждой строки автоматически дает размерность той или иной физической величины.

Становым хребтом таблицы можно считать столбец  $L^0$  и строку  $T^0$ , в пересечении которых находится своеобразная опорная точка системы: совокупность всех без-

получаем изменение этой величины за единицу времени, т. е. линейное ускорение. Еще выше расположено логически представимое, но не использующееся в физике понятие — изменение линейного ускорения за единицу времени и т. д. Ниже клетки  $L^1T^0$  расположена встречающаяся в физике, но не имеющая специального названия величина — время, необходимое на изменение длины на единицу. Построив точно таким же образом все остальные столбцы, мы получим таблицу, в которой перемещение по диагонали вправо и вверх эквивалентно умножению исходной величины на линейную скорость.

Не правда ли, стройная и логичная система! Но в ней скрыты два подводных камня. Прежде всего при выбранных нами пределах в целиком заполненной таблице насчитывается 100 физических величин. По самому скромному подсчету более половины из них пока не используется в науке. В то время, как мы уже указывали, в научном обиходе сейчас применяется не менее 200 основных и производных единиц измерений, большей части которых мы не видим в нашей логично построенной системе.

В чем же дело? Почему возникает столь значительное количественное расхождение?

Причина в том, что одну и ту же размерность могут иметь совершенно различные физические величины. Скажем, в одних и тех же метрах измеряется и длина отрезка, и путь, пройденный точкой, и величина радиуса-вектора, соединяющего движущуюся точку с полюсом. Поэтому каждая клетка таблицы определяет не одну, а целый набор разных физических величин, имеющих, однако, одинаковую размерность.

Второй подводный камень — отсутствие привязки таблицы к физической реальности, выражающееся в том, что в ней есть пока только изменения, скорости и ускорения, но нет таких фундаментальных величин, как масса, сила, энергия и др. Однако метод преодоления этой трудности был подсказан Дж. Максвеллом еще в 1873 г., когда он в своем трактате «Электричество и магнетизм» установил, что размерность массы  $L^3T^{-2}$ .

Основой для этого важнейшего выражения послужил третий закон И. Кеплера, чисто эмпирически установившего: отношение куба радиуса орбиты, по которой планета обращается вокруг Солнца, к квадрату перио-



размерных физических констант. (Примером последних может служить угол поворота, выраженный в радианах.) Идя от этой точки по горизонтали вправо, мы получаем все чисто геометрические величины — длину, площадь, объем, перенос объема вдоль прямой, перенос объема на анизотропной площади и перенос объема в анизотропном пространстве. Перемещение же от опорной точки влево дает распределение каких-либо безразмерных величин на единицу длины, площади и объема. (Простейшим примером величины  $L^{-1}T^0$  может служить изменение угла поворота на единицу длины — кривизна.)

Сложнее понять смысл величин, находящихся в клетках столбца при перемещении по вертикали. Двигаясь вверх, мы получаем сначала частоту — изменение безразмерной величины за единицу времени. В простейшем случае это угловая скорость — изменение во времени угла поворота, выраженного в радианах. Затем следует угловое ускорение и т. д. Перемещение вниз от опорной точки дает «временную длину», т. е. время, в течение которого происходит то или иное изменение безразмерной величины. В простейшем случае колебательного или вращательного движения это период. Считая время не зависящим от направления перемещения, мы можем ограничиться только «временной длиной», которая в совокупности с изотропным трехмерным пространством образует простейшее всем знакомое четырехмерное пространство-время. Но могут существовать и более сложные случаи. Скажем, два скрепленных взаимно перпендикулярных маятника в зависимости от направления ускорения будут давать различные показания. Для учета этого обстоятельства требуется представление о «временной площади». Добавив третий маятник, перпендикулярный к первым двум, необходимо ввести представление о «временном объеме».

Уяснив себе суть изменений, происходящих при перемещении по горизонтали и вертикали, поняв, что смещение на одну клетку вверх эквивалентно изменению величины за единицу времени, а смещение по горизонтали на одну клетку вправо — переносу величины на единицу длины, нетрудно заполнить все клетки кинематической системы. Скажем, в столбце  $L^1$  переход в клетку над единицей длины дает линейную скорость, т. е. изменение длины во времени. Поднявшись выше, мы

в 1619 г. Но этот закон не был первым в истории законом сохранения. Таковым стал знаменитый второй закон Кеплера, открытый в 1609 г.: секториальная скорость — площадь, ометаемая в единицу времени радиусом-вектором планеты, движущейся по орбите, — есть величина постоянная.

Третий в истории закон сохранения — закон сохранения импульса, открыл в 1686 г. И. Ньютон, после этого наступил более чем столетний перерыв. Лишь на переломе веков — в 1800 г. — П. Лаплас открыл четвертый закон — закон сохранения момента импульса. Спустя 42 года Р. Майер открытием великого закона сохранения энергии продолжил ряд, а Дж. Максвелл в 1855 г. завершил его, открыв закон сохранения мощности, необходимой для существования постоянного поля.

Нетрудно убедиться, что таблица Р. ди Бартини и П. Г. Кузнецова позволяет упорядоченно расположить шесть известных в физике законов сохранения. Они идут от безразмерных констант по диагонали вправо и вверх, характеризуя тенденцию к включению в физическую картину мира все более сложных понятий. Причем новые, более сложные величины включают прежние законы сохранения на правах частных случаев, открывая такие классы явлений, в которых эти законы утрачивают свою силу.

XX век распространил сферу применения физических величин на процессы экономической жизни, в которой потребовались надежные критерии оценки работы промышленных предприятий и транспорта. И оказалось, что здесь тоже действуют законы сохранения. Первый из них был сформулирован Р. ди Бартини и П. Г. Кузнецовым в 1973 г. как закон сохранения мобильности — так они называли скорость переноса мощности  $L^6T^{-6}$ . Чтобы понять смысл этой величины, рассмотрим работу экскаватора. Приведение в действие его ковша и поворот стрелы характеризуются некоторой, иногда весьма значительной, мощностью. Но пока экскаватор не доставлен к месту работы, эта мощность бесполезна, и требуется другая мощность на привод автомобильной или железнодорожной платформы, переносящей экскаватор к месту работы. Это обстоятельство и учитывается мобильностью — критерием с размерностью  $L^6T^6$ . Мобильность наличного парка экскаваторов есть величина постоянная, поэтому при планировании земляных работ

да ее обращения есть величина постоянная. Позднее Ньютон объяснил, что означает этот факт: формула Кеплера доказывала существование величины, которую Ньютон назвал массой и которая сохраняется постоянной в планетных движениях.

От массы нетрудно перейти к размерности импульса — количества движения — путем умножения ее на скорость. Для этого достаточно переместиться в клетку по диагонали вверх и вправо. Клетка вверх по вертикали дает изменение импульса во времени — силу, а клетка по горизонтали вправо — две величины, получающиеся умножением импульса на длину. Если произведение векторное, получается векторная же величина момент импульса. А если произведение скалярное, то получается скалярная же величина, часто используемая в теоретической физике, — действие. Умножив силу на путь, т. е. переместившись по горизонтали вправо, получаем одну и ту же размерность для скалярной величины — работы или энергии и для векторной величины — момента силы. Поднявшись по вертикали вверх, что означает изменение энергии за единицу времени, получаем размерность мощности и т. д.

В таком «офизиченном» виде таблица стала более наглядной и позволила Р. ди Бартини и П. Г. Кузнецову сделать важное предположение: не является ли она таблицей законов природы? Ведь, в сущности, открыть закон природы — значит установить экспериментально круг явлений, в которых сохраняется одна или несколько из находящихся в таблице величин. А поскольку все физические величины, в том числе и могущие оставаться в тех или иных процессах постоянными, находятся в таблице, то можно утверждать, что в каждой ее клетке, образно говоря, гнездятся как известные, так и не открытые еще законы природы.

Скажем, в клетку  $L^2T^{-4}$  ложится закон Гука, который можно рассматривать как закон постоянства модуля упругости, имеющего именно такую размерность. В клетку  $L^1T^{-2}$  ложится закон колебательного движения маятника, суть которого состоит в постоянстве ускорения силы тяжести, и т. д. Но наиболее важную роль в истории развития науки сыграли так называемые законы сохранения.

Один из них мы уже знаем — это закон постоянства массы в планетных движениях, открытый Кеплером

стимулирования, которая требует точного выполнения графика движения поездов.

Нетрудно убедиться, что в экономике транспорта тран играет ту же роль, которую в теории двигателей исполняет полезная работа. Чего стоили бы энергетические расчеты, если бы в их основу закладывалась бы не вырабатываемая энергия в кВт·ч, а число совершенных роторами турбин оборотов. Ясно, что без учета крутящих моментов на валах турбин подсчет числа оборотов роторов может дать лишь извращенную картину развития энергетики. Такую же извращенную картину работы транспорта дает и использование тонно-километров, не учитывающих скорости доставки.

Введение критерия тран позволяет не только вычислять абсолютную величину транспортных услуг, но и выработать систему основных показателей, необходимых для проведения квалиметрических расчетов.

## **Не гадать, а рассчитывать**

С течением времени все виды готовой продукции устаревают и заменяются новыми, более качественными. Возникает вопрос: как оценить, как измерить это качество? Ответить на этот вопрос призвана КВАЛИМЕТРИЯ — новая научная область, которая объединяет количественные методы оценки качества продукции. Все положения о ней сформулированы в ГОСТ 15467—79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения».

Согласно этому ГОСТУ вся продукция, выпускаемая в нашей стране, может быть разделена на три группы: предметы труда (полезные ископаемые, сырье, топливо, полуфабрикаты), средства труда (машины, станки, приборы, оборудование) и предметы народного потребления (одежда, обувь, продовольствие, жилье, произведения искусства). Качество этих групп продукции оценивается по-разному.

**Предметы труда** оцениваются прямым измерением параметров продукции — удельного веса, калорийности, прочности и т. д. — с помощью приборов. Результаты этих измерений должны соответствовать цифрам, заданным в ГОСТах или технических условиях (ТУ) на поставку этой продукции.

**Предметы народного потребления** оцениваются орга-

сроки должны назначаться так, чтобы она не оказалась превышенной.

Таблица позволила открыть еще один закон сохранения. Известно, как важно найти объективный критерий для оценки эффективности работы транспорта. Сейчас для этого используют произведение веса перевозимых грузов на длину пути — тонно-километры  $L^4T^{-2}$ . Из этой величины легко выводится размерность часовой производительности транспорта  $L^4T^{-3}$  — произведение веса на скорость. Нетрудно видеть: в этом критерии неявно предполагается, что если вес поезда удвоить, то скорость его при той же мощности должна уменьшиться в 2 раза. В действительности же этого не происходит, и скорость уменьшается всего в  $\sqrt[3]{2}$ , т. е. в 1,26 раза.

Причина такого сильного расхождения — некорректность выбора критерия для оценки транспортных услуг. Таблица позволяет предложить для этой цели иную величину. Работа транспортного средства пропорциональна произведению мощности на время, а поскольку мощность пропорциональна кубу скорости и массе, то легко убедиться, что критерием оценки работы транспорта должна быть величина, равная произведению массы груза на расстояние и на квадрат скорости. В 1980 г. П. Кузнецов и Р. Образцова предложили использовать в экономических расчетах именно эту величину, которой они дали название «тран» и которая отражает энергетическую сущность всякого транспортного процесса: рассеяние мощности на 1 км пути на доставку 1 т груза. Транспортная услуга в 1 тран равна работе, затраченной на перевозку груза массой 1 т на расстояние 1 км со средней скоростью движения 1 км/ч с учетом возможных остановок в пути. Размерность трана —  $т \cdot км^3/ч^2$ .

Что же нового дает применение трана по сравнению с тонно-километрами?

Из размерности трана можно усмотреть, что он учитывает массу груза, длину пути и квадрат скорости, тогда как в тонно-километры скорость вообще не входит. Поэтому оплата труда, скажем, в железнодорожном транспорте при оценке с помощью тонно-километров совершенно не учитывает скорости доставки пассажиров и грузов, т. е. не поощряет строгого соблюдения расписания. Применяя траны, мы приходим к такой системе

а надежность оценки сильнейшим образом зависит от выбора эталона для сравнения. Так, новая машина может быть представлена и разрекламирована как выдающееся достижение, если разработчик выбрал для сравнения устаревший образец. Но стоит взять в качестве эталона высокопроизводительную современную машину — и результат изменится на прямо противоположный. Указанный недостаток метода экспертной оценки сложной продукции заставляет искать критерии, которые давали бы объективный ответ, выраженный определенным числом в единицах измерения качества.

Для квалиметрической оценки транспортных средств — автомобилей, морских и речных судов, самолетов, железнодорожного транспорта — таким критерием является тран, с помощью которого можно вполне надежно оценивать основные показатели любого вида транспорта:

- $A$  — абсолютную величину транспортных услуг, траны;
- $G_{\text{рм}}$  — расход материалов на рейс, т;
- $\eta$  — эффективность транспортной работы, тран/ $t_{\text{рм}}$ ;
- $K$  — техническое качество транспортного средства, траны;
- $T$  — технический уровень транспортного средства, тран/ $t_{\text{рм}}$ .

**Величина транспортных услуг** определяется как произведение абсолютной величины коммерческого груза, дальности его перевозки и квадрата рейсовой скорости доставки груза «от двери до двери», т. е. с учетом времени погрузки, перевалки, собственно доставки и разгрузки. Физический смысл этого критерия состоит в том, что он отображает величину расхода мощности системы услуг за все время пребывания груза в системе от момента сдачи до момента получения перевезенного груза. Вычисляется величина транспортных услуг по формуле:

$$A = QL V_{\text{р}}^2, \quad \text{т} \cdot \text{км}^3/\text{ч}^2,$$

- где  $Q$  — абсолютная величина перевозимого груза, т;
- $L$  — дальность перевозки, км;
- $V_{\text{р}}$  — рейсовая скорость, км/ч.

**Расход материалов на рейс.** Для достижения полезного эффекта от работы транспорта неизбежны матери-

нами чувств человека (дегустацией пищевых продуктов, соответствием моде) по балльной системе. Для каждого вида продукции установлены отраслевые нормы максимальной суммы баллов. Например, для консервов — 40 баллов, для соревнований по гимнастике — 10 баллов, для фигуристов — 6 баллов и т. д. Баллы выставляет комиссия экспертов по совокупности принятых для оценки параметров с учетом весомости каждого параметра в формировании общего качества продукции. Коэффициенты весомости также устанавливаются экспертами и могут периодически меняться в зависимости от требований потребителя. Практика показала, что метод экспертной оценки товаров народного потребления достаточно надежен, если количество параметров оценки не превосходит 5—7. Но в целом метод экспертной оценки носит субъективный характер, а результат числовой оценки в баллах для сложной продукции (телевизор, швейная машина, холодильник) не имеет физического смысла.

**Средства труда**, у которых количество параметров оценки может достигать 80—100, оценивать труднее всего. Столь сложную по составу продукцию рекомендует-ся оценивать по нескольким укрупненным группам показателей качества: назначению, долговечности, экономичности, производительности и т. д. Такой подход вызван стремлением приспособить экспертный метод, пригодный для оценки продукции с 5—7 параметрами качества, для оценки сложных машин с несколькими десятками таких параметров. Например, действующая методика оценки качества автомобилей предусматривает пять групп комплексных показателей качества: динамику, комфортабельность, безопасность, эксплуатационные затраты, надежность. Общая интегральная оценка технического уровня автомобиля определяется как сумма этих показателей, каждый из которых умножен на свой коэффициент весомости. Коэффициенты эти в зависимости от изменения требований потребителя к автомобилю могут меняться со временем, но в сумме должны всегда составлять 500 или 1,0.

Отсюда видно, что для сложной машины метод экспертной оценки качества дает числовой результат, который не имеет физического смысла, поскольку суммируются разноплановые показатели с применением коэффициентов весомости. Метод не лишен субъективности,

новных параметров транспортного средства и вычисляется по формуле:

$$\Phi = \frac{Q}{G} L \sqrt{\frac{H}{V}} \left( \frac{V_{\max}}{V_p} \right)^2 = K_1 K_2 K_3,$$

где  $Q$  — грузоподъемность машины, т;

$V_p$  — среднерейсовая скорость доставки груза, км/ч;

$V_{\max}$  — максимальная скорость движения машины, км/ч;

$H$  — допустимая перегрузка (крутизна преодолеваемых подъемов, балльность моря, высота полета), м;

$G$  — полная масса машины (на старте), т;

$L$  — автономность хода по запасу топлива, км;

$V$  — габаритный объем, м<sup>3</sup>.

Таким образом, техническое качество машин  $K$  является произведением четырех частных критериев:

$A$  — абсолютной величины транспортной услуги, траны;

$K_1 = Q/G$  — безразмерного коэффициента коммерческой отдачи массы машины;

$K_2 = L \sqrt{\frac{H}{V}}$  — безразмерного коэффициента дорожно-транспортных достоинств машины, который в неявном виде отражает плотность компоновки машины и запас топлива с учетом способности к преодолению перегрузок трассы;

$K_3 = \left( \frac{V_{\max}}{V_p} \right)^2$  — безразмерного коэффициента запаса динамических свойств машины на режиме максимальной скорости относительно рейсовой скорости.

**Технический уровень транспортных средств** должен давать наиболее общую числовую оценку эффективности применения машин с точки зрения максимальной пользы при минимальных затратах на ее эксплуатацию. Рабочий вид этого критерия  $T$  можно представить в виде:

$$T = \frac{K}{G_T} = \frac{4}{G_1} \Phi = \frac{4}{G_T} K_1 K_2 K_3.$$

Расчеты квалиметрических чисел для существующих образцов различных видов транспорта показывают, что они могут быть ранжированы по величинам транспорт-



альные затраты: расходуется топливо, рабочие жидкости, газы, масла и смазки, сменные блоки, агрегаты, запасные части и т. д. Величина расходуемых материалов  $G_{\text{рм}}$  зависит от добротности конструкции (качества проектирования, технологии и культуры производства, условий эксплуатации, фактической надежности, квалификации потребителя и т. д.), а также от условий технического обслуживания, профилактики и ремонта, т. е. от совершенства сервиса. Прямые издержки эксплуатации — очень важный показатель, при чрезмерных значениях делающий использование транспортного средства разорительным для потребителя.

Величина  $G_{\text{рм}}$  определяется по данным заводских паспортов и показателей, полученных при эксплуатации машины. Расчетным выражением  $G_{\text{рм}}$  для единичного рейса будет:

$$G_{\text{рм}} = G_{\text{т}} + \frac{\Delta G_{\text{рм}}}{n} = G_{\text{т}} \left( 1 + \frac{\Delta G_{\text{рм}}}{n G_{\text{т}}} \right) = K_{\text{рм}} G_{\text{т}},$$

где  $G_{\text{т}}$  — расход топлива на рейс, т;

$\Delta G_{\text{рм}}$  — общий вес расходуемых материалов до капитального ремонта, т;

$n$  — число рейсов до капитального ремонта.

По предварительным оценкам, величина  $K_{\text{рм}} = 1 + \frac{\Delta G_{\text{рм}}}{G_{\text{т}} n}$  для легковых автомобилей составляет  $1 + 1,42$ .

**Эффективность транспортной работы** выражается как отношение полезного эффекта транспортировки — величины услуг — к величине расходов на транспортировку, выраженной через массы израсходованных материалов — топлива, масла, рабочих тел, запчастей для замены износившихся или поломавшихся деталей  $G_{\text{рм}}$ :

$$\eta = \frac{A}{G_{\text{рм}}} \text{тран} / t_{\text{рм}}.$$

**Техническое качество транспортного средства** оценивается с помощью абсолютной величины транспортных услуг  $A$  и коэффициента  $\phi$ , учитывающего усилия разработчика новой машины по достижению полезного эффекта:  $K = A\phi, \text{тран.}$

Безразмерный коэффициент добротности конструкции  $\phi$  требует для своего вычисления знания нескольких ос-

ных услуг  $A$ , технического качества  $K$ , топливной эффективности транспортной работы и технического уровня  $T$ . Конкретные цифры приведены в табл. 2.

Инженерный анализ полученных цифр дает нам новое представление о качестве современной транспортной техники. По каждому виду транспортных средств числа квалиметрии  $K$  имеют некоторый интервал, причем каждая модель занимает в нем свое место в соответствии с ее энерговооруженностью. Так, легковые автомобили имеют энергетический ранг  $10^{12}$ — $10^{13}$  тран, грузовые —  $10^{12}$ — $10^{14}$ , самолеты местных линий —  $10^{13}$ — $10^{15}$ , ближнемагистральные —  $10^{14}$ — $10^{16}$ , дальнемагистральные —  $10^{15}$ — $10^{17}$  тран.

Уже одна эта ранжировка по величине работы позволяет провести глубокое различие между различными средствами транспорта. Так, при оценке с помощью тонно-километров получается, что в перевозках самолет Як-40 может быть заменен грузовиком КамАЗ-53212: работа в тонно-километрах у него (12 700) лишь ненамного меньше, чем у самолета (14 500). Оценка же с помощью транов сразу показывает, что такая замена невозможна: для грузовика транспортная работа составляет  $41,9 \cdot 10^6$ , а для самолета —  $6900 \cdot 10^6$  тран!

Эффективность транспортных средств по топливу определяется видом транспорта: для всех автомобилей она укладывается в пределы  $10^7$ — $10^8$  тран/ $t_1$ , а для всех самолетов —  $10^7$ — $10^9$  тран/ $t_T$  в пользу более тяжелых и более скоростных лайнеров.

Уровень качества машин приводит к числам, по которым можно определить квалиметрическую норму сменяемости машин. Новым считается автомобиль, который превосходит по числу  $K$  старую модель в 1,4—1,6 раза. Модернизация старой модели достаточна при уровне превосходства в 1,12—1,3 раза. Для самолетов эти нормы сменяемости оказались более высокими: для новой модели самолета уровень качества должен быть не менее 2,6 раз, а для модернизации старой — в пределах 1,5—2,5 раза.

Уравнение для  $K$  показывает также, что реальные числа для  $A$  и  $\varphi$  имеют разную степень подвижности. Для величины  $A$  предела не существует, а для величины  $\varphi$  он есть: у автомобилей — порядка  $(1—4) \cdot 10^6$ , у самолетов — порядка  $(2—7) \cdot 10^5$ , что вызвано различием требований по плотности упаковки полезного объ-

Т а б л и ц а 2

## Квалиметрические числа образцов различных средств транспорта

Транспортные средства	$A \cdot 10^6$ , тран	$K \cdot 10^{12}$ , тран	$\eta \cdot 10^7$ , тран/т <sub>т</sub>	$T \cdot 10^{14}$ , тран/т <sub>т</sub>
Легковые автомобили	0,8—4,7	2,8—39	2,6—12	1,3—9,4
Грузовые автомобили	1—45	0,8—135	1,3—21	0,26—7,45
Городские автобусы	3,3—27	1,75—18,5	6,1—15	2,2—10
Самосвалы	7,7—16,2	8,7—56	6,1—16,2	0,25—2,8
Дирижабли	2—3 800	2,5—102 000	0,1—2,1	0,07—0,65
Транспортные самолеты:				
местных воздушных линий (менее 1500 км)	43—6 900	15—1 770	5,9—92,6	0,14—2,37
ближнемагистральные (1500—2500 км)	958—27 000	549—11 500	40—290	2,3—16,4
среднемагистральные (2500—5000 км)	16 600—390 000	11 400—211 000	101—340	4,2—18,5
дальнемагистральные (более 5000 км)	14 520—552 000	7 750—423 000	62—467	3,3—52

ема автомобиля, степени комфорта кабин, металлоемкости конструкции и т. д.

Отсюда ясно, что интенсификацию транспортных перевозок можно повысить в основном за счет повышения грузоподъемности автомобиля, дальности перевозки и особенно за счет повышения скорости перевозок, а не за счет параметров конструкции  $\phi$ , которые сейчас достигли предельного значения и стали как бы «замороженными» от введения норм при создании конструкции.

Эффективность автомобилей определяется типом двигателя и применяемым топливом, а также ресурсом комплектующих изделий, блоков, агрегатов, из которых собирается машина. Эффективность значительно растет, если будет меньше уровень неравномерности по ресурсу бортовых агрегатов (отношение величины минимального ресурса к максимальному ресурсу бортовых агрегатов).

Более широкое рассмотрение возможностей уравниний квалиметрии для транспортных средств показало, что с их помощью можно вести сквозное квалиметрирование машин от начала создания до конца эксплуатации, т. е. в течение всего жизненного цикла транспортного средства. При этом решаются многие вопросы проектирования машин и их эксплуатации.

Чтобы читатели могли яснее понять суть предлагаемой методики, приведем конкретный пример оценки технического уровня  $T$  для советского легкового автомобиля ЗАЗ-1102 и сравним его с зарубежным аналогом и другими моделями мирового рынка.

Основой для этих расчетов служат паспортные данные, приведенные в табл. 3, а для облегчения и ускорения вычислений применяется номограмма, состоящая из двух частей (рис. 1). Левая дает величины каждого из коэффициентов  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  и их произведения  $\phi$ , правая — числовой результат для критерия  $T$ .

Работа начинается с верхнего графика левой части. На оси  $V_{\text{макс}}$  находим точку 140 км/ч — максимальную скорость ЗАЗ-1102. Из нее восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с лучом рейсовой скорости этого автомобиля  $V_p = 90$  км/ч, затем проводим горизонталь до пересечения с параболой и опускаем перпендикуляр на горизонтальную ось  $K_3$ . Для ЗАЗ-1102 этот коэффициент оказывается равным 2,42. Далее на среднем левом графике на оси  $L$  берем значение дальности для ЗАЗ-1102,

равное 848 км, восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с параболой, проводим горизонталь до пересечения луча  $H=0,36$ , опускаем перпендикуляр до луча

$$V=8,107 \text{ м}^3, \text{ ведем горизонталь до параболы } L = \sqrt[3]{\frac{10H}{V}} \cdot$$

$\cdot 10^4$ . Перпендикуляр, опущенный из точки пересечения, переходит на нижний график до пересечения с лучом  $Q=0,37$  т. Горизонталь, проведенная до пересечения с лучом  $G=1,08$  т, дает точку, из которой опускаем перпендикуляр до пересечения с лучом  $K_3=2,42$ . Проведя из нее горизонталь до оси  $\phi$ , получаем значение коэффициента добротности конструкции ЗАЗ-1102  $\phi=4,69 \cdot 10^6$ .

После этого начинаем обход правой части номограммы. На верхнем графике из точки на оси  $V_p=90$  км/ч восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с параболой, затем проводим горизонталь до пересечения с лучом  $Q=0,37$  т, опускаем перпендикуляр до пересечения с лучом  $L=848$  км, проводим горизонталь, которая в пересечении с осью  $A$  даст значение транспортной работы для ЗАЗ-1102, равное  $2,542 \cdot 10^6$  тран. Продолжив ее до пересечения с лучом  $G_T=0,0286$  т и опустив перпендикуляр на ось  $\eta_T$ , получим значение эффективности транспортной работы по топливу, равное  $8,81 \cdot 10^7$  тран/т<sub>т</sub>. Эта вертикаль, продолженная вниз, переходит в нижний правый график. Пересекаясь с лучом  $\phi=4,69 \cdot 10^6$ , она дает точку, проекция которой на вертикальную ось  $T$  дает значение критерия технического уровня для ЗАЗ-1102, равное  $4,13 \cdot 10^{14}$  тран/т<sub>т</sub>.

Возникает вопрос: что означает эта цифра? Много это или мало? Как по ней оценить место, занимаемое ЗАЗ-1102 среди других автомобилей этого класса?

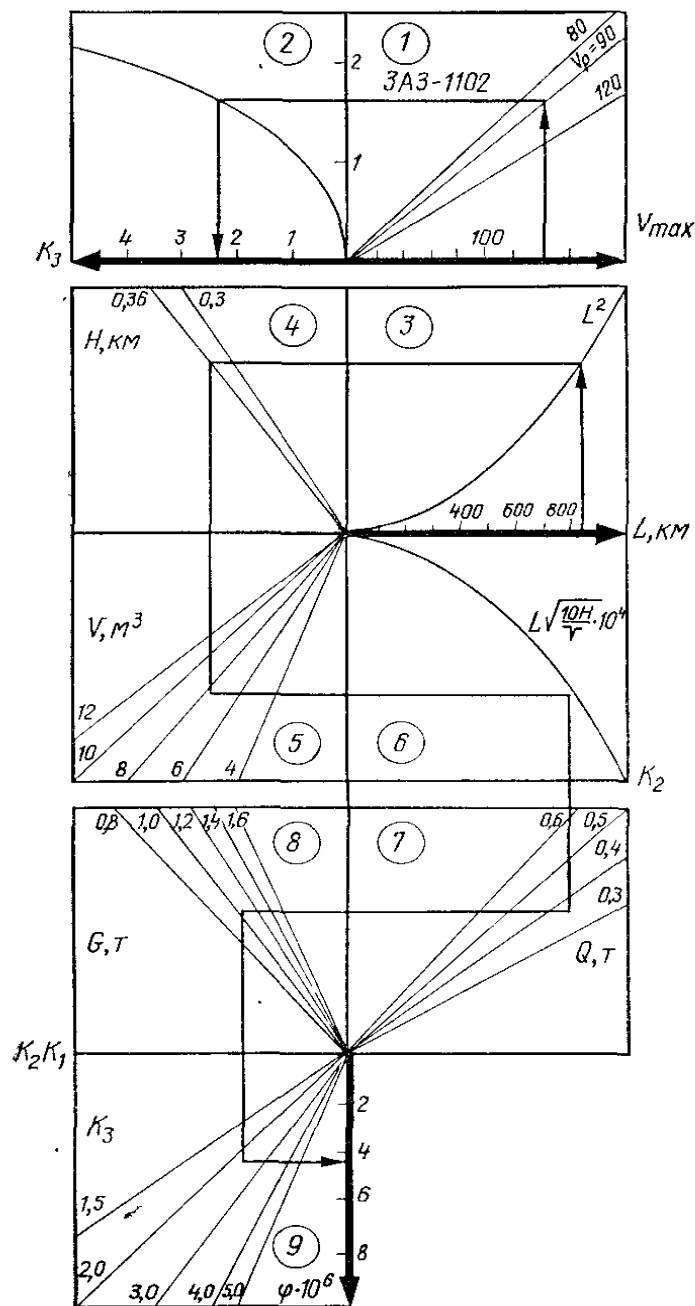
Обработка по этой методике массива данных для 700 советских и зарубежных автомобилей позволила установить, что существует, если так можно выразиться, поле мирового рынка с явно очерченными минимальной и максимальной границами. Поле это построено в координатах  $N$  — мощности в л. с. и  $T$  — критерия технического уровня. На номограмме это поле представлено на нижнем левом графике.

Восстановив из точки 51 л. с. — такова мощность двигателя ЗАЗ-1102 — перпендикуляр, мы сразу получаем два предельных значения критерия технического

Мировой рынок легковых автомобилей 1980—1988 гг. Т а б л и ц а 3

Модель	Паспортные данные									
	$Q$ , т	$V_{\max}$ , км/ч	$H$ , км	$G$ , т	$V$ , м <sup>3</sup>	$L$ , км $V=90$ км/ч	$c_{\text{бок}}$ , л	$c/100$ при $V=90$ км/ч, л/100 км	$G_t$ , т	$N$ , л. с. $T_{\text{рсе}} \cdot 10^3$ , км
ВАЗ-1111 «Сузуки Альто», 1985 (аналог)	0,34	120	0,36	0,945	6,336	667	30	4,5	0,0222	30
ВАЗ-1102 «Фиат Уно Фанер», 1985 (аналог)	0,4	130	0,36	1,03	6,24	556	30	5,4	0,0222	40
Мировой макс	0,37	140	0,36	1,08	8,107	848	39	4,6	0,0289	51
Мировой мин	0,4	140	0,36	1,11	8,051	840	42	5,0	0,0311	50
ВАЗ-2108 «Опель Кадетт», 1982 (аналог)	0,5	190	0,36	1,49	9,4	1000	60	8,3	0,0444	139
АЗЛК-2141 «Хонда Аккорд», 1985 (аналог)	0,32	110	0,3	0,855	4,458	500	27	4,0	0,0199	31
ВАЗ-2108 «Опель Кадетт», 1982 (аналог)	0,4	148	0,34	1,3	8,664	705	43	6,1	0,0318	64
АЗЛК-2141 «Хонда Аккорд», 1985 (аналог)	0,505	160	0,36	1,38	9,324	1000	52	5,2	0,0385	60
Мировой макс	0,4	155	0,3	1,47	10,29	887	55	6,2	0,0407	76
Мировой мин	0,45	175	0,36	1,47	10,39	1072	60	5,6	0,0444	75
Мировой макс	0,632	208	0,36	1,595	11,88	1125	61	12,8	0,045	160
Мировой мин	0,36	143	0,3	1,265	7,13	388	31	4,0	0,0229	30

Модель	Результаты оценки $T = \frac{A}{G_T} K_1 K_2 K_3$ , тран/г <sub>т</sub>							
	$A \cdot 10^6$ , тран	$\eta \cdot 10^7$ , тран/г <sub>т</sub>	$K_1$	$K_2 \cdot 10^6$	$K_3$	$\Phi \cdot 10^6$	$K \cdot 10^{12}$ , тран	$T \cdot 10^{14}$ , тран/г <sub>т</sub>
ВАЗ-1111 «Сузуки Альто», 1985 (аналог)	1,336	8,27	0,35598	5,025	1,778	3,215	5,9	2,66
ЗАЗ-1102 «Фиат Уно Файер», 1985 (аналог)	1,80	8,108	0,388	4,22	2,09	3,42	6,156	2,77
Мировой макс	2,542	8,808	0,343	5,651	2,42	4,69	11,924	4,13
Мировой мин	2,722	8,757	0,36	5,617	2,42	4,894	4,894	4,29
рынок	3,24	12,163	0,41	7,04	4,46	6,86	19,12	7,17
	1,17	5,313	0,248	3,418	1,494	1,848	2,87	1,3
ВАЗ 2108 «Опель Кадег», 1982 (аналог)	2,284	7,178	0,3077	4,416	2,7	3,67	8,382	2,634
АЗЛК-2141 «Хонда Аккорд», 1985 (аналог)	4,091	10,654	0,366	6,414	3,16	7,19	19,4	7,64
Мировой макс	2,974	7,061	0,272	4,79	2,966	3,87	11,12	2,73
Мировой мин	3,907	8,8	0,306	6,31	3,78	7,3	28,5	6,422
рынок	4,647	11,63	0,417	7,585	5,34	10,5	38,5	9,36
	0,85	2,554	0,156	1,718	2,53	2,43	3,75	1,69



уровня — минимальный  $T_{мин} = 1,2 \cdot 10^{14}$  тран/т<sub>т</sub> и максимальный  $T_{макс} = 7,4 \cdot 10^{14}$  тран/т<sub>т</sub>. Введение этих предельных значений сразу дает возможность сопоставить технический уровень ЗАЗ-1102 с лучшими мировыми достижениями в этом классе автомобилей. Для нашей модели  $T_{мир} = \frac{4,13}{7,4} = 0,558$ , т. е. она примерно вдвое уступает лучшей зарубежной модели — западногерманской VWHolf.

Второе, что позволяют установить номограммы, —



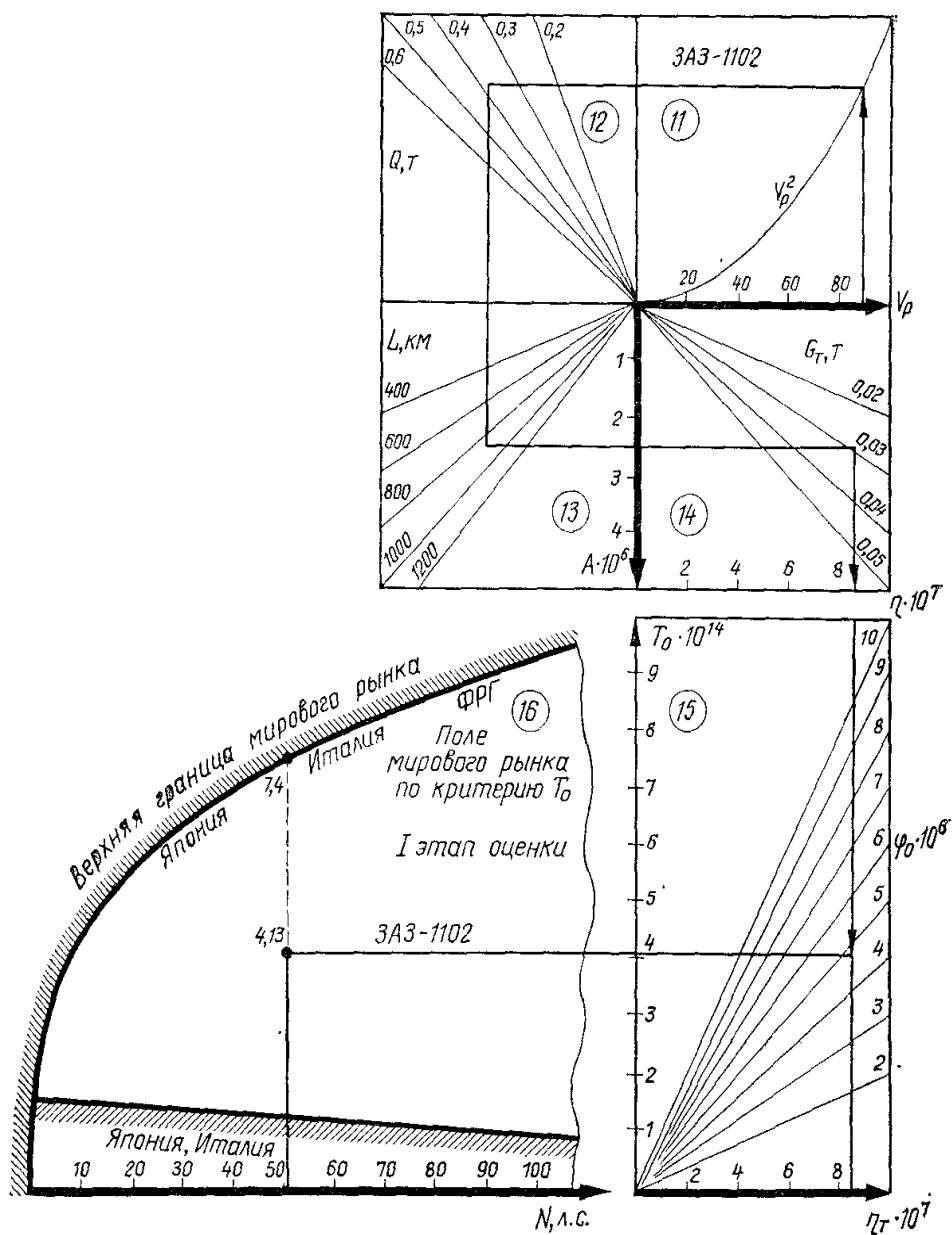


Рис. 1. Номограмма для оценки мирового уровня легковых автомобилей.

это сравнить степень соответствия ЗАЗ-1102 зарубежному аналогу. Им послужил итальянский «Фиат Уно Файер», для которого  $T = 4,29 \cdot 10^{14}$ , а  $T_{\text{мир}} 0,583$ . Таким образом, ЗАЗ-1102 уступает своему аналогу весьма незначительно:  $\frac{0,583}{0,558} = 1,046$ , т. е. всего на 4,6%. Большинство наших других автомобильных новинок выглядит в этом сравнении гораздо бледнее.

## Который лучше?

Первый заместитель генерального директора Внешнеторгового объединения «Автоэкспорт» И. А. Аксенов, отвечая на вопросы читателей «Правды» о конкурентоспособности советских легковых автомобилей на внешнем рынке, заявил:

«По оценкам наших партнеров, «Самара-2108» является автомобилем, по основным параметрам находящимся на мировом уровне в своем классе. Но его достоинства снижает недостаточная — по сравнению с западными аналогами — комфортабельность, худшее оформление салона, качество бортовой электроники. Такие отдельные «мелочи» портят картину. Другие наши заводы только начали техническое перевооружение, так что говорить о конкурентоспособности нового «Москвича» или «Запорожца» пока рано — нужно, чтобы его увидели покупатели».

Не правда ли, радужная картина? Все необходимое будто бы уже сделано, осталось только получше покрасить кузов, отделать салон, наставить приемников и магнитофонов — и наши автомобили с успехом начнут конкурировать на мировом рынке с лучшими моделями западногерманских, японских и итальянских фирм. К сожалению, это не так. На внешнем рынке со сбытом наших легковых автомобилей сложилась сейчас парадоксальная ситуация. По всем расчетам и оценкам, советские автомобили как будто ни в чем не уступают зарубежным аналогам, а все-таки за границей берут автомобили зарубежного производства, предпочитая его советской модели.

Поневоле возникает подозрение, что наши методики оценки технического уровня и параметры сравнения с зарубежными образцами страдают серьезными недостатками, не гарантирующими достоверности экспертизы. Попробуем разобраться, в чем тут дело.

В основу наших методик положен принцип сравнительной оценки технического уровня, который работает только при использовании зарубежного аналога, наиболее близкого к отечественной модели. Поскольку выбор этого аналога зависит от разработчика, у него всегда есть искушение выбрать не самый лучший образец, а средненький, а то и вовсе слабый образец, чтобы при сравнении с ним своя модель выглядела получше. Да-

лее, параметры отечественного образца — их число сейчас достигает 100 — делятся на соответствующие параметры аналога, и каждая из получившихся относительных величин умножается на коэффициент весомости, значимости данного параметра. Величина каждого из этих коэффициентов назначается экспертом более или менее произвольно, но их сумма должна быть равна 1. Если сумма произведений всех относительных величин сравнения на их показатели весомости оказывается равной 1, наш образец считается равным аналогу, если меньше 1 — образец хуже аналога, если больше — лучше.

Статистика показывает, что большинство моделей у нас аттестовано по уровню 1,0, т. е. все они считаются равными аналогу, удостоены Знака качества, за что предприятия и коллективы получили предусмотренные премии и почетные места в соревновании. Но нетрудно понять, что, кроме ударной, высококвалифицированной работы производственных коллективов, на высоту оценки могут достаточно сильно влиять субъективность и ведомственные интересы экспертов, устанавливающих величину коэффициентов весомости, а также принцип усреднения результатов. Если в мировой практике результаты оценок осредняются по среднегеометрическому значению, то у нас — по среднеарифметическому, который всегда дает итог на 7—19% выше. А это искусственно завышает оценки нашей экспертизы.

Не говоря уже о сложности расчетов, результат оценки — лишенное физического смысла абстрактное число, в котором основные параметры машин растворены в массе вспомогательных. Глядя на все эти комплексные параметры, невозможно понять, что физически представляет собой автомобиль. Большой он или маленький, тяжелый или легкий и т. д.

Наконец, в действующих методиках оценки технического уровня автомобилей совершенно не отражаются вопросы надежности и эксплуатации. Эти показатели не входят в общую систему оценки, а приводятся обычно в абсолютных числах, да и то в ограниченном числе. Более того, до сих пор нет критерия общей надежности машины, хотя и существует 30 единичных параметров, не связанных ни между собой, ни с вопросами эксплуатации. Так, например, по паспорту безотказность гарантируется на 10 тыс. км пробега, а в документах по экс-

плуатации профилактические работы обязательны через каждые 1,5—3 тыс. км. Вот и выходит, что реальная безотказность не 10 тыс. км, а всего 1,5—3 тыс., и если не менять этой инструкции, бессмысленно повышать безотказность, скажем, до 15—20 тыс. км пробега.

Или возьмем вопрос о долговечности автомобиля. В паспорте ресурс задается: 300 тыс км до капитального ремонта. Берешь паспорта комплектующих узлов и агрегатов — ни один из них такого ресурса не имеет. Скажем, наши автопокрышки в лучшем случае ходят 50—70 тыс. км, а бывает, что их приходится выбрасывать и через 20—30 тыс. км. Анализ показывает, что во всех марках наших автомобилей в ресурсах комплектующих царит полный ералаш. Неравномерность их по ресурсу приводит к тому, что к моменту наступления срока капитального ремонта на автомобилях приходится сменять комплектующие, масса которых вдвое превосходит вес новой машины. И все это не находит отражения в существующей методике оценки технического уровня нашей автопродукции.

Предлагаемая методика оценки транспортных средств по критерию абсолютной величины технического уровня  $T$  дает более достоверные результаты, чем принцип сравнительной оценки по аналогу. Этот критерий определяется для каждого автомобиля совершенно автономно, без какой-либо привязки к аналогу, только по параметрам самой машины.

На рис. 2 явственно выделяются верхняя и нижняя границы как пределы технического уровня. Внутри области, очерченной этими границами, располагаются наиболее конкурентоспособные модели разных фирм и стран. Чем выше критерий  $T$  того или иного автомобиля, тем выше ее технический уровень и устойчивость в конкурентной борьбе. Для успешного соперничества необходимо разрабатывать автомобили, для которых критерий  $T$  максимален — именно здесь идет бескомпромиссная борьба за превосходство в техническом уровне. Если же новая модель оказывается ниже минимальной границы, мировой рынок ее не примет, и такой автомобиль выпускать на экспорт бесполезно: никто его не купит.

На укрупненном графике  $T—N$  сравнивается технический уровень автомобилей особо малого и малого классов, однотипных с четырьмя нашими новыми мо-

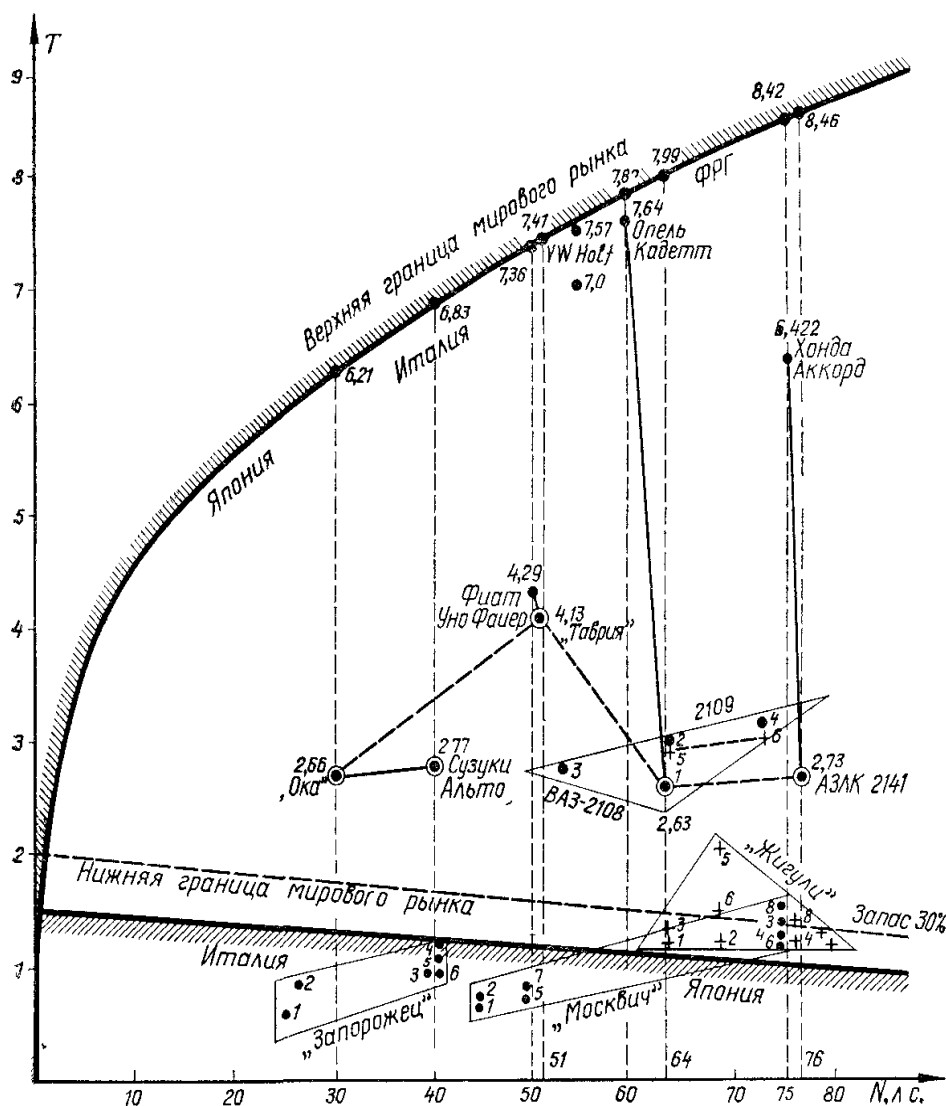


Рис. 2. Поле мирового рынка легковых автомобилей в числах критерия  $T = \eta_{тф}$ , тран/т<sub>т</sub>

делями, широко обсуждаемыми на страницах широкой печати, — ВАЗ-1111 («Ока»), ЗАЗ-1102 («Таврия»), ВАЗ-2108 («Самара») и «Москвич-2141».

Начнем с уже упомянутой И. Аксеновым ВАЗ-2108. В качестве аналога для нее был взят западногерманский «Опель Кадетт», критерий технического уровня которого ( $T = 7,64 \cdot 10^{14}$  тран/т<sub>т</sub>) весьма незначительно отличается от максимального значения  $T = 7,82 \cdot 10^{14}$  тран/т<sub>т</sub>. По этим данным нетрудно определить, что место, занимаемое «Опель Кадеттом» на поле мирового рынка, выражается величиной

$$T_{\text{мир}} = \frac{T}{T_{\text{макс}}} = \frac{7,64 \cdot 10^{14}}{7,82 \cdot 10^{14}} = 99,7\%.$$

Аналогичная цифра для ВАЗ-2108 — 33%; таким

Таблица 4

## Мировой технический уровень для легковых автомобилей

Марка автомобиля	Страна	$T_{\text{мир}} = \frac{T}{T_{\text{макс}}}, \%$
ВАЗ-1111 («Ока»)	СССР	42,85
«Сузуки Альто»	Япония	40,55
ЗАЗ-1102 («Таврия»)	СССР	55,76
«Фиат Уно Файер»	Италия	58,3
ВАЗ-2108 («Самара»)	СССР	3,3
«Опель Кадетт»	ФРГ	99,7
«VW Holf»	»	99,66—92
«Москвич-2141»	СССР	32,27
«Хонда Аккорд»	Япония	76,25

образом, наша машина хуже своего аналога почти в 3 раза. Отношение технического уровня новой модели АЗЛК «Москвич-2141» к максимальному значению составляет 32,27%. Это в 2,37 раза ниже, чем у аналога — японской модели «Хонда Аккорд» (76,25%). Как будто получше обстоит дело с «Окой» ВАЗ-1111. Действительно, она по техническому уровню даже превосходит на несколько процентов аналог — японскую «Сузуки Альто», но сам аналог не занимает достаточно высокого места на мировом рынке среди автомобилей своего класса; технический уровень его составляет всего 40,5% от максимального. Отсюда видно, что приведенные ранее цифры для «Таврии» являются лучшими среди всех новых отечественных легковых автомобилей особо малого и малого классов, но даже эта лучшая модель почти вдвое хуже того, что достигнуто в современном автомобилестроении. Что же касается ныне выпускаемых моделей «Запорожца», «Москвича» и «Жигулей», то все они находятся либо ниже минимального мирового уровня, либо едва превышают его, так что об их серьезном соперничестве на мировом рынке не может быть и речи.

Справедливости ради следует сказать, что новые отечественные модели являют собой значительный шаг вперед в повышении уровня советской автопродукции. И критерий  $T$  позволяет количественно оценить этот рост. Так, за период с 1960 по 1985 г. технический уровень шести моделей ЗАЗ неуклонно повышался с  $0,662 \cdot 10^{14}$  до  $1,32 \cdot 10^{14}$  тран/т, восьми моделей АЗЛК —

с  $0,627 \cdot 10^{14}$  до  $1,54 \cdot 10^{14}$ , восьми моделей ВАЗ — с  $1,209 \cdot 10^{14}$  до  $1,37 \cdot 10^{14}$ . Это означает, что за 25 лет ЗАЗ повысил технический уровень своей продукции в 1,8 раза, АЗЛК — в 2,46 раза, ВАЗ — в 1,67 раза.

Но несмотря на этот рост, качество всех прежних моделей наших заводов оставалось невысоким. Нижнюю границу мирового уровня превысили всего лишь две модели АЗЛК — «Москвич-412 ИЭ и -2140» и три модели ВАЗ-2104, -2105 и -2107. Что касается ЗАЗ, то ни одна из прежних моделей этого завода так и не достигла минимальной границы мирового рынка. Новое поколение моделей — ЗАЗ-1102, АЗЛК-2141, ВАЗ-1111 и ВАЗ-2108 — решительно перешагнуло этот рубеж, но все еще продолжает оставаться в нижней части поля мирового рынка. Технический уровень всех этих моделей примерно одинаков и не выходит за пределы  $(2,63—2,77) \cdot 10^{14}$  тран/т<sub>т</sub>. Отсюда успех Запорожского автомобильного завода, сумевшего создать модель с наибольшим в нашей автопромышленности запасом конкурентоспособности: технический уровень ЗАЗ-1102  $4,13 \cdot 10^{14}$  тран/т<sub>т</sub> — в 1,5 раза выше, чем у моделей ВАЗ и АЗЛК. Так что сдвиг в лучшую сторону есть, но он недостаточен для сегодняшних требований, особенно по качеству изготовления, техническому обслуживанию и фирменному сервису.

Возникает вопрос: почему же технический уровень, расцениваемый по действующим у нас методикам как равноценный с уровнем аналога, дает осечку и при расчете по критерию  $T$  оказывается неожиданно низким?

Инженерный анализ показал, что ныне действующая методика упускает из рассмотрения некоторые важные стороны потребительских свойств, которыми в первую очередь интересуются при покупке автомобиля. Будущий владелец автомобиля всегда отдает предпочтение той модели, у которой выше грузоподъемность, дальность, скорость и малые затраты на эксплуатацию, т. е. той, у которой получаемый полезный эффект максимален при минимальных затратах на его достижение.

Как отвечает на эти требования ныне действующая традиционная методика?

Возьмем **грузоподъемность**. Расчетная нагрузка на одно кресло составляет у наших автомобилей 68; 70; 80; 84 и 92,5 кг. У зарубежных оно не бывает ниже 80 кг (Италия и Япония — 80 кг, Англия — 91, Фран-

ция — 95, Швеция — 106, ФРГ — 96—112 кг). Выходит, грузоподъемность у наших автомобилей меньше, чем у аналогов, на 11—16%. Это существенно снижает общую грузоподъемность наших моделей как показателя транспортного средства вообще, с одной стороны, а с другой — лазейка, позволяющая за счет снижения полезной нагрузки вписаться в полный вес, который имеет аналог. В итоге коммерческая отдача полной массы наших моделей составляет 0,16—0,425, а зарубежных — 0,32—0,56, т. е. на 30—50% больше.

**Дальность** перевозки по запасу топлива — показатель автономности движения без промежуточных заправок. Он зависит от двух факторов: объема топливных баков и расхода топлива. И по обоим этим показателям наши модели уступают зарубежным. Объемы топливных баков наших легковых автомобилей по сравнению с аналогами меньше на 20%, а экономичность двигателей ниже на 9,5—11%. То, что зарубежные модели потребляют более качественное топливо, сдвигает результаты сравнений еще больше не в нашу сторону.

В итоге получаем: при полной заправке наши легковые автомобили имеют дальность, которая составляет всего 65—80% от дальности аналогов зарубежного производства. Это хорошо знают из собственной практики наши автолюбители: уезжая в отпуск, они предусмотрительно берут с собой 1—2 канистры бензина, если не хотят терять время в очередях у бензоколонок. В нормальном случае общая дальность наших автомобилей составляет 450—800 км, а у аналогов — 500—1125 км, поэтому нам приходится чаще заправляться на длинных трассах, а потому и увеличивать и штат бензоколонок по стране.

Следующий показатель — **максимальная скорость**. Считается, что здесь вопрос не стоит сколько-нибудь остро, ведь высокие скорости невозможно использовать в условиях интенсивного движения на дорогах. Но взглянем на это с другой стороны. Что означает тот факт, что зарубежный аналог при мощности двигателя 75 л. с. развивает максимальную скорость 175 км/ч, а наша модель при большей мощности в 78 л. с. да еще при меньшей массе полезной нагрузки дает всего 155 км/ч. Это можно объяснить только меньшей добротностью нашей модели: несовершенством привода, компоновки, худшим качеством материалов, технологии



производства и т. д. По максимальной скорости на каждую единицу мощности ВАЗ-2108 («Самара») уступает своему аналогу в 1,06 раза, а ведь при этом он на 5% легче по общему весу, имеет на 19% меньшую полезную нагрузку и снабжен более мощным двигателем. Ясно, что наша модель весьма расточительна по сравнению с аналогом, а по существующей методике она признается равноценной аналогу.

Оценка по критерию  $T$  достаточно убедительно показывает: никакие хитрости и уловки не приведут к успеху, пока продукция нашего автостроения не будет доведена до требований современного мирового рынка, где решается конечная судьба наших машин. Новая методика подсказывает и пути улучшения качества и эффективности автомобилей, позволяет принять ряд мер для устранения указанных выше недостатков. Чтобы достичь уровня своих аналогов, необходимо принять расчетную нагрузку на одно кресло 100 кг для всех классов легковых автомобилей, ввести стандартные объемы топливных баков, кратные объему канистры 40; 60; 80 л по классам автомобилей, ввести строгие нормы по повышению экономичности двигателей за счет внедрения электронного зажигания, обработки топлива электрическим и магнитным полем и т. д.

Для гарантии неуклонного роста технического уровня наших автомобилей и их конкурентоспособности на мировом рынке необходимо установить государственные нормы обязательного превосходства по критерию  $T$ :

- при создании новой модели в 1,5—1,6 раза;
- при модернизации старой модели в 1,2—1,45 раза;
- при аттестации на Государственный знак качества  $T$  должно быть не ниже 0,7 максимального уровня мирового рынка;
- при аттестации на высшую категорию качества  $T$  должно составлять 0,4—0,7 от максимального уровня мирового рынка;
- при аттестации на I категорию качества уровень должен быть равен минимальному уровню мирового рынка.

Описанная выше процедура оценки технического уровня легковых автомобилей и их положения на мировом рынке может рассматриваться как первый этап анализа. При наличии более полных и подробных пас-

портных и эксплуатационных данных к трем коэффициентам  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  в формуле

$$T = \frac{A}{G_T} K_1 K_2 K_3$$

следует добавить ряд других коэффициентов. Например:

$K_4$  — коэффициент учета использования мощности двигателя для достижения скорости  $V_{\text{макс}}$  относительно лучших образцов мирового рынка одноклассовых машин. Для легковых автомобилей

$$K_4 = \frac{V_{\text{макс}}}{41,5 \sqrt[3]{N}},$$

где  $N$  — мощность двигателя, л. с.;

$K_5$  — коэффициент учета плотности компоновки (комфорта) относительно лучших мировых образцов. Для легковых автомобилей экспериментальная обработка статистических данных дает формулу

$$K_5 = \sqrt[3]{\frac{32}{Q/V}};$$

$K_6$  — коэффициент расхода материалов сверх топлива за один рейс. Для легковых автомобилей

$$K_6 = \frac{1}{1 + \frac{2G_{\text{сн}}}{G_T n}},$$

где  $G_{\text{сн}}$  — вес полностью снаряженной машины, но без топлива;

$K_7$  — коэффициент общей надежности машины по расходу запасных частей и сменных агрегатов до капитального ремонта. Для легковых автомобилей

$$K_7 = \frac{1}{1 + \frac{2G_{\text{сн}}}{G}},$$

где  $G$  — полная масса машины;

$K_8$  — коэффициент выполнения международных норм и требований для экспортной продукции. Для легковых автомобилей он равен 0,8—1,2.

В случае необходимости возможно введение коэф-

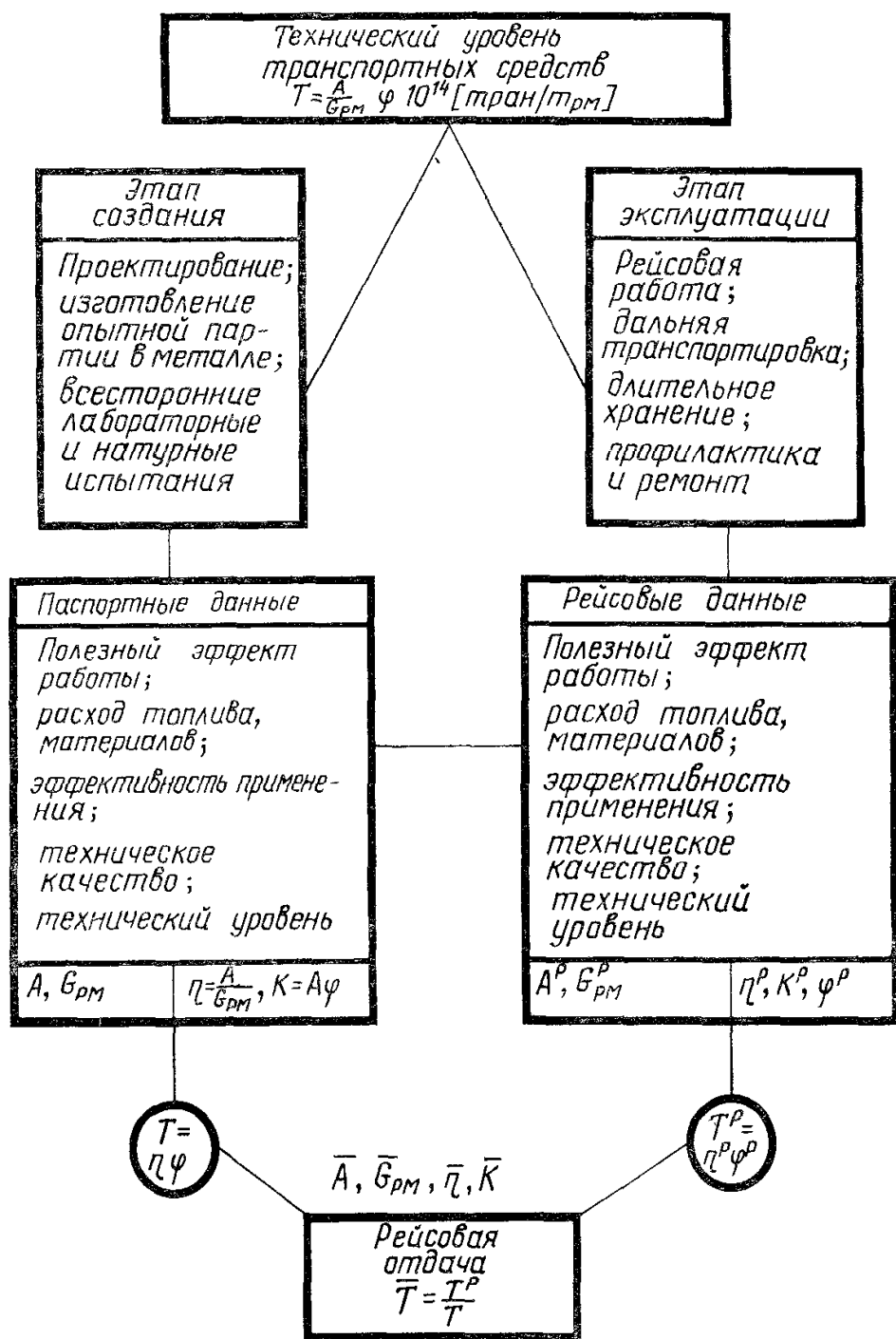


Рис. 3. Система оценки транспортного средства по рейсовой отдаче в реальных условиях эксплуатации

фициентов других поправок, зависящих от целей и задач экспертизы.

Расчеты показали, что учет дополнительных поправок сужает поле мирового рынка примерно в 4 раза,

чно относительное расположение моделей на поле меняется незначительно и лидерство за лучшими моделями сохраняется. Для модели ВАЗ-1111, ЗАЗ-1102, ВАЗ-2108 и «Москвич-2141» уточненный показатель технического уровня равен соответственно  $(0,617—1,01—0,622 \text{ и } 0,68) \cdot 10^{14}$  тран/т<sub>т</sub>.

Возможности критерия технического уровня  $T$  не ограничиваются оценкой того или иного автомобиля на поле мирового рынка. Этот критерий может служить надежным компасом в проведении сквозной квалиметрии транспортных средств на всех уровнях цикла существования объекта от эскизного проекта до снятия с эксплуатации. На рис. 3 показана система оценки объекта по рейсовой отдаче в реальных условиях эксплуатации. Сопоставляя критерий  $T$ , вычисленного по паспортным данным машины, со значением  $T$  по фактическим эксплуатационным данным, можно составить ясное представление о полноте использования технических возможностей данного транспортного средства в данных условиях эксплуатации, установить порог его убыточности в данном районе и необходимость его замены более совершенной моделью.

Наконец, критерий технического уровня  $T$  дает возможность новых подходов и к оценке такого важного показателя, как надежность транспортных средств.

## Надежность транспортных средств

Ни для кого не секрет, что сложные машины многообразного применения в процессе эксплуатации начинают все чаще и чаще отказывать в работе вследствие износа подвижных частей, старения и усталости материалов, утраты свойств рабочих жидкостей, масел и смазок, нарушения зазоров и регулировок. Если не предпринять никаких мер к предупреждению срывов в работе, становятся неизбежными остановки, аварии, а иногда и серьезные катастрофы в пути. Для проведения работы каждого транспортного средства в течение всего срока службы до полной выработки ресурса практика создала систему профилактики и текущих ремонтов. Но что и в какие сроки необходимо менять в машине для поддержания ее надежности на нужном уровне.

не? Как вообще оценить надежность транспортных средств в целом, учитывая разнообразие единичных показателей надежности, принятых в наше время?

В самом деле, в нашей нормативно-технической документации установлены четыре группы показателей надежности, оценивающих долговечность, безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость. В каждой группе приняты единичные показатели, соответственно ресурс, наработка на отказ, трудоемкость восстановления, наработка до отказа, а также комплексные показатели в виде коэффициента готовности и коэффициента использования машины, всего до 30 разных параметров надежности. Однако вся эта совокупность показателей не дает целостного представления о фактической надежности, поскольку нет обобщенного показателя надежности машины в целом, взятого по этим единичным показателям. Что касается такого комплексного показателя, как коэффициент готовности, то он только косвенно характеризует степень рабочей занятости машины. В самом деле, этот коэффициент определяется либо как отношение времени пребывания в рейсе к календарному времени оценки, либо как отношение рабочего времени ко времени простоев техники по разным причинам. Если в первом случае рабочее время более или менее объективно оценивается расписанием, то во многих случаях простой от техники зависят гораздо меньше, чем от организации производственного процесса, дисциплины труда, профилактики и планирования занятости машин. Поэтому для разработчиков новых транспортных средств коэффициент готовности и подобные ему комплексные показатели не могут быть критериями истинной надежности и не дают никакой руководящей идеи для анализа и повышения надежности.

Анализ показал, что есть возможность получить критерий уровня надежности транспортных машин по совокупности действующих единичных показателей надежности. Для этого одним числом необходимо охватить три группы показателей: величину ресурса, величину наработки на отказ и величину затрат времени на профилактику и текущие ремонты.

Ресурс, который расходуется безвозвратно для получения конечного положительного эффекта транспортной операции, характеризует предельные возможности непрерывной работы машины и измеряется в часах рабо-

ты или километрах пробега. Нарботка на отказ — та часть ресурса, которая гарантирована от поломок и отказов, измеряется часами работы или километрами пробега до первого отказа. Этот показатель носит вероятностный характер и не обязательно подтверждается при работе конкретной машины, но по минимальным границам достаточно устойчив. Нарботка на отказ показывает, что ресурс машины не может быть использован сразу целиком без остановок на профилактику, что ресурс расходуется некоторыми порциями и частотой наработки на отказ и что лишь в пределах этих порций транспортная операция может выполняться успешно. Отношение величины ресурса к величине наработки на отказ дает количество планируемых остановок для предупреждения отказов в будущем — исходную цифру для определения частоты профилактических работ в течение всего срока службы машины. Величина времени на восстановление работоспособности машины зависит от конструкции, ее технологичности, удобства разборки и сборки, объема работ, квалификации обслуживания, удобства контроля узлов и агрегатов, а также от организации и оснащения центров профилактики, службы сервиса и т. д. Этот показатель характеризует сложность устраняемого дефекта или состояния машины, объем всех работ по восстановлению ее работоспособности. Здесь практика выработала традиционный набор методов профилактики в объеме ТО-1 и ТО-2. Частота работ по ТО-1 определяется нормативами в зависимости от условий эксплуатации, по ТО-2 она зависит от необходимости замены вышедших из строя агрегатов, проведения трудоемких диагностических работ, регулировки и текущего ремонта. Соотношение частот проведения ТО-1 и ТО-2 составляет 3:1, 4:1 или 5:1 в зависимости от модели автомобиля, качества комплектующих его элементов, выработки ресурса короткоживущих комплектующих и т. д.

Таким образом, все три показателя надежности связаны между собой функционально, что и позволяет выразить общую надежность машины одним критерием, пригодным для целей квалиметрии. Суть квалиметрической оценки надежности машины состоит в выработке такого критерия, по которому видно, как изменяется число надежности с изменением единичных параметров ресурса, безотказности и ремонтпригодности.

Нормативные сроки службы и ТО автомобилей, тыс. км пробега

Марка автомобиля	$T_{ур}$	$T_{дв}$	$T_{зп}$	$T_{пм}$	$T_{им}$	$T_{ру}$	ТО I	ТО 2
ГАЗ-24-01	300	200	250	300	300	300	4 000	16 000
УАЗ-452	180	160	160	130	160	150	2 500	12 500
ЗИЛ-130	300	250	300	300	300	300	3 000	12 000
КрАЗ-256БД	160	160	160	160	160	160	2 500	12 500
КамАЗ-5320	—	—	—	—	—	—	4 000	12 000
УАЗ-452Д	180	160	160	130	160	150	2 500	12 500
ЛиАЗ-677	380	200	200	210	300	200	2 800	12 500
«Икарус-280»	360	250	200	200	260	200	4 000	16 000
БелАЗ-548А	120	60	80	120	120	120	2 000	10 000

П р и м е ч а н и е.  $T_{ур}$  — установленный ресурс;  $T_{дв}$  — ресурс двигателя;  $T_{зп}$  — ресурс коробки передач;  $T_{пм}$  — ресурс переднего моста;  $T_{им}$  — ресурс заднего моста;  $T_{ру}$  — ресурс рулевого управления.

Рассмотрим более подробно «анатомию» трех основных показателей надежности, используя данные табл. 5.

**Ресурс машины.** Из табл. 5 видно, что каждая модель имеет свой ресурс до капитального ремонта, установленный заводом-изготовителем. Этот ресурс для приведенных автомобилей неодинаков и для разных машин составляет от 180 тыс. до 380 тыс. км пробега до капитального ремонта. Он дается на всю машину в целом. Однако далее сообщаются сведения по ресурсам составных частей (двигатель, коробка передач, передний и задний мосты, рулевое управление), которые далеко не всегда равны ресурсу машины в целом. Это значит, что в каждой машине есть большая неравномерность ресурсов составных частей, не говоря уже о еще большей неравномерности по ресурсу многих комплектующих блоков, агрегатов, датчиков и приборов.

Спрашивается, как же может, например, БслАЗ-548А иметь общий ресурс до капитального ремонта 120 тыс. км пробега, если его двигатель выдерживает тоже до капитального ремонта 60 тыс. км пробега, а коробка передач — 80 тыс. км? Другое дело КрАЗ-256Б1, где все основные части по ресурсу выдерживают 160 тыс. км до капитального ремонта в точном соответствии с заявленным ресурсом на машину в целом. Ясно, что неравномерность по ресурсу составных частей и комплектующих приводит к частой их замене. Но в этом еще не было бы большой беды, если бы короткоживущие по ресурсу части не имели неоправданной кратности замены. Например, кратность замены двигателя у машины УАЗ-452 будет  $300/250$ , т. е. 1,2. Это значит, что ресурс двигателя на 20% ниже ресурса машины. Для ЛиАЗ-677 коэффициент сменности для двигателя 1,9 раза, для переднего моста — 1,81 раза, для заднего моста — 1,27 раза. Такая же картина и по другим машинам.

Здесь возможны два решения: или вовремя снимать и заменять части, выработавшие свой ресурс, или тянуть до проведения ближайшего ТО-2. В первом случае работы по замене не совпадают по срокам с режимом ТО-2, во втором — есть опасение застрять в пути. Разнобой в величине ресурсов основных частей машины вносит хаос в проведение профилактики и ремонта. В одном случае он нарушает цикличность этих работ, в другом — приводит к преждевременному снятию аг-



регатов и списанию их с невыработанным полностью ресурсом. Даже грубые прикидки показывают, что до капитального ремонта каждая машина должна сменить почти все комплектующие (а некоторые не один раз, например автопокрышки), по массе вдвое превышающие вес конструкции автомобиля. Иными словами, только из-за неравномерности составных частей по ресурсу каждый автомобильный завод должен поставлять одну машину в счет плана выпуска вместе с двойным комплектом запчастей в россыпи.

Таким образом, вопрос не только в повышении ресурса машин до уровня лучших мировых образцов, уже реально достигших 300—400 тыс. км пробега до капитального ремонта, но и в устранении неравномерности ресурса всех комплектующих и доведении коэффициента этой неравномерности до 1, как это имеет место у модели КраЗ-256БА. И сейчас эта задача, пожалуй, важнее, чем прирост общего ресурса по номиналу (он достаточно высок).

Квалиметрия надежности машин должна взять под контроль показатель неравномерности по ресурсу, который фактически снижает общую надежность любой транспортной машины, показатель ее влияния на уровень снижения общей надежности в числовом выражении, чтобы выправить создавшееся положение. В стране миллионными тиражами выпускается более 350 разных моделей автотранспортных средств, и неравномерность по ресурсу таит в себе большие резервы, которые надо использовать. Резервом является также стандартизация многих элементов конструкции машин, например дверные замки, кнопки, детали систем тормозов, электрооборудования, двигателя.

Поясним на простых расчетах значение неравномерности по ресурсу некоторых короткоживущих частей автомобиля. Например, автомобиль УАЗ-452 имеет шесть колес со средней ходимостью покрышек 70 тыс. км пробега. Это приводит к тому, что до капремонта приходится не менее  $300/70$ , т. е. 4,3 раза менять по шесть покрышек, каждая весом по 52 кг — всего 1337 кг и достаточно высокой стоимостью. КамАЗ с прицепом-поездом имеет 18 колес, поэтому расход покрышек в 3 раза больше. Аналогичная картина и по другим частям машин, страдающих неравномерностью по ресурсу комплектующих.

Уместно упомянуть, что на комплектующие части машин заводы-изготовители дают гарантии в 2—3 раза более низкие, чем реальные ресурсы. Спрашивается, что же гарантируют в таком случае заводы? На деле практически ничего. Квалиметрия должна учесть вопрос по гарантиям и их уровню по отношению к ресурсу машин в целом.

Таким образом, будущий критерий надежности машин в целом должен включать как величину достигнутого уровня ресурса к достаточному высокому пределу, так и уровень неравномерности основных частей машины относительно этого предела. Уровень достигнутого ресурса автопокрышек к заданному пределу должен быть в составе критерия показан отдельно как наиболее слабая в смысле надежности часть всякой автомашины.

**Безотказность машин.** Чем сложнее по составу машина, тем больше можно ожидать отказов. Если ресурс характеризует возможность непрерывной работы машины, то показатель безотказности указывает на невозможность такой непрерывной работы. Отсюда ясно, что прерывистый характер долговечности — это реальность, а частота обязательных остановок должна быть небольшой в течение срока службы. Нарботка на отказ должна быть такой, чтобы можно было между отказами успешно выполнить транспортную операцию. Например, для комбайнов наработка на отказ достигает 100 ч их работы в поле, для автомобилей — 10—20 тыс. км пробега. Много это или мало? Возьмем для примера автомобиль.

Дневная норма работы такси — около 500 км пробега за рабочую смену. Пусть автомобиль имеет 10 тыс. км пробега как наработку на отказ. В этом случае гарантируется  $10 \text{ тыс. км} / 500 = 20$  смен работы водителя без сбоев техники. Формально такси с таким пробегом на линию выпускать нельзя, машину надо ставить на профилактику, хотя ее ресурс достигает 300 тыс. км пробега. Значит, за время ресурса машина должна сделать  $300\,000 / 10\,000 = 30$  перерывов для прохождения профилактики и текущего ремонта, что и предписано показателем наработки на отказ. Машина для этого снимается с рейсовой работы и подается на техобслуживание, на что требуются сутки, а за весь срок службы — 30 суток. При трехсменной работе машины срок служ-

бы будет  $300\,000/1500=200$  суток, или 6,67 месяца. Один месяц из 6,67 уходит на профилактику, что составляет потерю около 15% рабочего времени, а за год — 30%.

Таким образом, наработка на отказ заранее планирует годовой убыток, в данном случае в размере 30% годового плана, не говоря о расходах на техобслуживание и запасные части, если они есть в наличии. При нехватке же ходовых запчастей (как правило, самых короткоживущих по ресурсу) машина стоит в их ожидании, принося своим простоем дальнейший убыток. При сложных ремонтных работах требуется затрата 2—3 суток, и прямые потери плана растут еще больше. При миллионном парке автомобилей страна несет существенные убытки из-за малого уровня безотказности машин.

Поэтому квалиметрия должна учитывать уровень достигнутой наработки на отказ относительно предельного ресурса машины в целом как важный элемент оценки надежности всей машины, показывать фактическое положение дел и планировать меры по улучшению надежности машин в этой части.

**Система техобслуживания в объеме ТО-1 и ТО-2.** За время эксплуатации автомашины проходят техническое обслуживание в объеме ТО-1 и ТО-2 с периодичностью, зависящей от пробега в тыс. км. Согласно нормативам машины проходят ТО-1 от 60 до 135,5 раза, а ТО-2 — от 12 до 33,3 раза. Интересно, что чем больше ресурс автомобиля, тем больше с ним возни по числу ТО-1 и ТО-2. Это говорит о том, что нормативы не отслеживают увеличения ресурса и не удлиняют соответственно промежутков между очередными ТО-1 и ТО-2 для этой машины.

Анализ показывает, что для поддержания надежности машин в целом каждая из них за время эксплуатации расходует от 301 до 573 полных заправок, проходит от 72 до 162,6 (дробные числа!) технических осмотров, сменяет 1,6—5,72 (опять дроби!) комплектов короткоживущих частей. Посмотрим, что означают эти цифры.

ЛиАЗ-667, пройдя 162,6 технических осмотров, имеет гарантию надежного пробега на  $300\,000/162,6=3,2$  тыс. км, а БелАЗ-548А — только  $120\,000/72=1,7$  тыс. км. Но для БелАЗ гарантия пробега укладывается в нормы ТО-1 для этой машины, а у ЛиАЗ нор-

мативы предписывают ТО-1 раньше, чем следует, — через 2,8 тыс. км пробега вместо 3,2 тыс. км. У всех остальных автомобилей существующие нормы пробега также не согласуются со сроками проведения ТО-1 и ТО-2. Частота проведения ТО-2 не согласуется с наработкой на отказ, для многих моделей ТО-2 запаздывает, что чревато срывом рейсов вследствие аварий в пути.

Отсюда ясно, что попытки заводов-изготовителей увеличивать показатель безотказности машины, к примеру, с 10 тыс. до 15—20 тыс. км без одновременного увеличения норм ТО-2 для этой машины заранее обесцениваются, ибо по смыслу эти величины должны быть равны между собой. Работники каждого большого автохозяйства знают, что на практике машины часто не проходят профилактики. Тому много причин, в частности то, что сейчас царит невероятный разбой норм ТО-1 и ТО-2. В большинстве случаев при наличии автомобилей разных марок их «прогоняют» через профилактику кое-как, а это ведет к снижению надежности наличного парка автомашин.

Как же оценить надежность транспортного средства как целого, собранного из многочисленных систем, агрегатов, комплектующих элементов с разными свойствами и разной долговечностью?

Здесь возможны два пути: теоретический и практический.

Теоретически можно представить критерий общей надежности машины в виде среднегеометрической величины от произведения пяти важнейших показателей: уровня установленного ресурса на машину в целом относительно предела, напримр, 300 тыс. км пробега до капремонта; достигнутого уровня установленного ресурса для основных частей машины (двигателя, коробки передач, переднего и заднего мостов, рулевого управления); уровня ходимости автошин; уровня соответствия системы профилактики нормам ТО-1; уровня соответствия показателя безотказности  $T_0$  нормам проведения ТО-2 для данной машины.

Формула для такого критерия

$$K_H = \sqrt[5]{K_P K_K K_{ш} K_{ТО-1} K_{ТО-2}},$$

где  $K_P = \frac{T_{ур}}{30\,000}$  — уровень установленного ресурса ма-

шины относительно предела в 300 тыс. км пробега до капремонта;

$$K_K = \sqrt[3]{\frac{T_{дв} T_{кп} T_{пм} T_{зм} T_{рв}}{300\,000}} \text{ — уровень ресурса комплек-}$$

тующих (двигателя, коробки передач, переднего и заднего мостов, рулевого управления) по среднегеометрической их величине относительно предела 300 тыс. км пробега до капремонта;

$K_{ш} = \frac{T_{ш}}{300\,000}$  — достигнутый уровень ходимости шин относительно общего ресурса на машину в целом;

$$K_{ТО-1} = \frac{T_{\text{нр}/\Sigma \text{ТО}}}{\text{ТО}-1} \text{ — уровень соответствия кратности}$$

ресурса  $T_{\text{нр}}$  и нормы техобслуживания ТО-1, где  $\Sigma \text{ТО}$  — сумма проводимых профилактик ТО-1 и ТО-2 до капремонта машины;

$$K_{ТО-2} = \frac{T_0}{\text{ТО}-2} \text{ — уровень соответствия показателя}$$

безотказности  $T_0$  норме техобслуживания ТО-2.

Прикидки чисел общей надежности по приведенным формулам по группе машин сведены в табл. 6. Они показывают, что лучшей в группе по общей надежности следует считать ЗИЛ-130, для которой число общей надежности  $K_H = 0,684$ , а наихудшей — БелАЗ-548А —  $K_H = 0,427$ .

Подходя к оценке надежности с практической точки зрения, можно предложить критерий общей надежности в виде безразмерной величины — отношения полной массы машины к массе машины с присоединенной массой израсходованных материальных ценностей за время эксплуатации до капремонта. В общем виде эта величина выражается формулой:

$$K_H = \frac{G}{G + \Delta G_{\text{рм}}} \text{ или } K_H = \frac{1}{1 + \frac{\Delta G_{\text{рм}}}{G}}.$$

Для получения надежного результата по этому уравнению важно иметь достоверные сведения по общему расходу комплектующих, рабочих тел и газов, сменных

Таблица 6

Расчет общей надежности машин

Марка автомобиля	$T_0$ , км	$T_{ш}$ , км	$\Sigma TO$ , раз	$K_H$	$\Delta G_{PM}$ , т	$K_H = K_7$
ГАЗ 24-01	10 000	50	93,75	0,595	1,39	0,42
УАЗ-452	10 000	70	86,4	0,5413	2,263	0,417
ЗИЛ-130	10 000	70	125	0,684	4,863	0,5377
КрАЗ-256Б1	10 000	70	120	0,512	21,441	—
КамАЗ-5320	—	—	—	—	—	0,517
УАЗ 452Д	10 000	70	86,4	0,5413	2,22	0,419
ЛиАЗ-677	10 000	70	162,6	0,6634	7,127	0,553
«Икарус-280»	10 000	70	112,5	0,6344	11,863	0,45
БелАЗ-548А	10 000	40	72	0,427	92,5	0,544

агрегатов, запасных частей за весь срок эксплуатации машины до капремонта. Грубые прикидки показали, что величина этих расходов составляет для автомобилей  $\Delta G_{\text{рм}} = 2G_{\text{сп}}$ , т. е. двойную величину полной массы машины в снаряженном состоянии.

Оценка машин по этому критерию также дана в табл. 6. Лучшей по нему оказывается ЛиАЗ-677 —  $K_{\text{н}} = 0,553$ , а наихудшей — УАЗ-452 —  $K_{\text{н}} = 0,417$ .

Сравнивая результаты теоретических и практических оценок, нетрудно убедиться, что в первом случае доминирует уровень неравномерности ресурсов комплектующих, во втором — общий ресурс машины  $T_{\text{ур}}$ , а также нормы ТО-1 и ТО-2. Для группы машин в табл. 6 величина  $G_{\text{рм}}$  составляет от 1,39 до 92,4 т. Это значит, что масса выброшенных материальных ценностей за время эксплуатации автомобиля может превосходить его грузоподъемность.

С другой стороны, видно, что низкая заводская надежность машин приводит к необходимости заранее планировать на каждую выпускаемую машину двойной комплект запасных частей и в десятки раз больший выпуск комплектующих, например шины. Таким образом, даже предварительная оценка общей надежности машин указывает на то, что необходимо устранять неравномерность ресурсов комплектующих; повышая общий ресурс машины, не забывая о синхронном повышении норм техобслуживания ТО-1; повышая нормы безотказности  $T_0$ , не забывая повышать нормы ТО-2 в кратном размере.

Здесь уместно напомнить о мировой практике автосервиса, где появились новые оплачиваемые услуги включаемые в стоимость автомобиля при покупке: профилактика, технические осмотры, ремонт, снабжение запчастями в течение всего срока службы. К сожалению, действующая у нас сейчас методика оценки технического уровня не учитывает этих требований, представляющих немалую притягательность для владельцев, поскольку освобождает их от забот и потерь времени на поддержание машины в работоспособном состоянии. Такой подход знаменует собой важные изменения в отношениях между промышленностью и потребителем. Гарантированный сервис — компенсация за малую надежность конструкции — должен ложиться на плечи промышленности. Сейчас же вся тяжесть эксплуатации —

малая надежность, износ, старение, коррозия и т. д. — переносится на владельца, который отдувается за плохую работу промышленности. Фирменное техобслуживание в счет первоначальной стоимости перекладывает всю надежность машины на плечи не покупателя, но производителя. И это совершенно правильно. Пора и нам так делать!

## **Транспорт на весах квалиметрии**

Легковые автомобили были выбраны нами для демонстрации принципов и методик расчета квалиметрических чисел потому, что для этого вида транспорта есть наиболее полные опубликованные данные. Для остальных средств транспорта массив данных более ограничен, что препятствует проведению анализа в полном объеме.

Любопытно, что при кажущемся обилии рекламных публикаций многие зарубежные фирмы скрывают данные, необходимые для общей оценки своей продукции (чаще всего мощности двигателя и запас топлива), искусственно выпячивая выгодные для себя частные параметры: комфорт, качество бортовой электроники, отделку и т. д. Вот почему при анализе транспортных самолетов, судов на подводных крыльях, дирижаблей и грузовых автомобилей нам не во всех случаях удалось произвести оценку зарубежных образцов по техническому уровню. В этих случаях пришлось ограничиться анализом либо технического качества  $K$ , либо технического уровня  $T$  только отечественных образцов.

В условиях неполной, зачастую противоречивой информации о тех или иных моделях путем кропотливого отбора данных удалось получить более или менее достоверные оценки мирового и внутреннего рынка легковых и грузовых автомобилей, транспортных самолетов, судов на подводных крыльях и дирижаблей.

**Легковые автомобили.** Повторим результаты анализа мирового рынка для автомобилей малого и особо малого классов. Новые отечественные модели — ЗАЗ-1102 («Таврия»), «Москвич-2141», ВАЗ-1111 («Ока») и ВАЗ-2108 («Самара»), хотя и перешагнули нижнюю границу мирового рынка, но все еще продолжают оста-



ваться в нижней части его поля, примерно втрое уступая по техническому уровню лучшим мировым образцам. Наибольшим запасом конкурентоспособности, примерно в 1,5 раза большим, чем у моделей ВАЗ и АЗЛК, обладает модель ЗАЗ-1102 («Таврия»), находящаяся примерно в середине поля мирового рынка.

**Транспортные самолеты.** Мировой рынок рассмотрен по классам, принятым в нашей стране, всего 59 моделей:

самолеты местных воздушных линий с дальностью беспосадочного полета до 1500 км (МВЛ);

ближнемагистральные самолеты с дальностью полета до 2500 км (БМС);

среднемагистральные самолеты с дальностью полета до 5000 км (СМС);

дальнемагистральные самолеты с дальностью полета свыше 5000 км (ДМС).

Расчеты сведены в графики, представляющие собой функции  $T$  и  $K$  от полной тяги самолетов. Для винтовых машин мощность двигателя надо переводить в силу тяги пересчетом. Из рассмотрения графиков легко установить лучшие модели по критерию  $K$ , учитывающему полезный эффект без отнесения к затратам топлива, и критерию  $T$ , учитывающему полезный эффект, отнесенный к расходу топлива. Так, в классе МВЛ по обоим критериям лучшим можно считать Як-42, в классе БМС — французский «Меркурий», в классе СМС — советский Ан-124, «Руслан», а наихудшим — Ил-86, в классе ДМС лучшим — американский «Боинг» В-747-200В, а наихудшим — Ил-62.

Обработка статистики мирового рынка самолетов может дать уравнение связи цены самолета с величиной его критериев  $K$  и  $T$ , что даст возможность прогнозировать даже цену вновь разрабатываемых моделей.

**Суда на подводных крыльях.** Для этого семейства (всего 76 моделей) мировой рынок удалось выявить только по критерию  $K$  из-за отсутствия данных по расходу топлива и габаритных размеров для зарубежных моделей. Но несмотря на это, поле мирового рынка дает основу для сравнительного анализа наших и зарубежных моделей этих судов. Так, лучшим по критерию  $K$  можно назвать американский «Долфин» (газотурбинная установка мощностью 4500 л. с.) на 167 пассажиров (1967 г.). Среди паромов лучший Н-851, Франция (208

пассажиров + 15 автомашин). Из отечественных лучший «Метеор» (128 пассажиров). От зарубежных образцов наша модель отстает из-за меньшей мощности двигателей и показателя полезного эффекта работы, поскольку меньше и рейсовая скорость, и показатель долговечности конструкции.

Из-за отсутствия данных по расходу топлива оценка по критерию  $T$  сделана только для отечественных моделей. Здесь лучшим также оказывается «Метеор».

**Дирижабли.** Оценка произведена по семейству 22 моделей зарубежного производства и семи отечественного. Из-за отсутствия данных по расходу топлива для зарубежных дирижаблей поле мирового рынка рассмотрено только по критерию  $K$ . Лучшим здесь можно считать немецкий дирижабль жесткой конструкции военного назначения L-53 (1917 г.), а среди пассажирских — «Граф Цеппелин» (1928 г.). Все остальные модели отечественных дирижаблей имеют более низкие показатели как по грузоподъемности, так и по другим параметрам.

**Грузовые автомобили.** Оценка технического уровня грузовых автомашин общего назначения проведена на семействе 29 моделей отечественного и 13 их аналогах зарубежного производства и других образцов, всего 76 моделей мирового рынка. Отсутствие данных по расходу топлива, габаритным размерам, мощности и т. д. для ряда зарубежных моделей не дало возможности сформировать поля мирового рынка, поэтому нам пришлось ограничиться полем внутреннего рынка СССР по критериям  $T$  и  $K$ . Из этих графиков видно, что по критерию топливной эффективности  $T$  лучшей советской моделью является КамАЗ-53212. Ниже оценивается КамАЗ-5320. Больше чем вдвое уступают лучшей модели КамАЗа грузовики ЗИЛа — ЗИЛ-4311 и ЗИЛ-133ГЯ.

Наложив эти данные на будущее поле мирового рынка грузовых автомашин, можно установить их мировой уровень сравнением с максимальной границей этого рынка.

## Эпилог

Предлагаемое вниманию читателей исследование своими корнями уходит в 60-е годы, когда одному из авторов (В. Д. Бурдакову) по роду службы пришлось столк-

нуться с трудностями при выборе наилучшего из трех предлагаемых проектов транспортного средства. Получилось так, что мнения заказчиков разделились. И сложилась ситуация, когда главным препятствием к продолжению работ стало не преодоление технических и конструктивных трудностей, а сложность выбора из трех готовых проектных решений. Тут только выяснилось, что никакой теории, никаких критериев для такого рода оценок практика отечественного проектирования не выработала. Тогда-то и было впервые решено выдать задание необычного типа: не на конструкторскую разработку, не на проект, а на методику выбора наилучшего решения.

Работа была начата со сравнения отдельных параметров, с разделения их на плохие и хорошие — увеличение первых ухудшало машину, вторых улучшало ее. Из этих параметров пытались сформировать абстрактное число, которое могло бы однозначно охарактеризовать конструкцию. Это направление, которое спустя несколько лет легло в основу ГОСТ-15467, определившего квалитетрию технического уровня продукции, оказалось бесперспективным.

Тогда пошли по пути поиска смысловых решений, по пути подбора размерности, например максимальной дальности, обеспечиваемой определенной совокупностью параметров при заданном полезном эффекте. Были оценены и различные методы осреднения совокупности параметров. Но, увы, все эти критерии оказались лишены физического смысла, поэтому было решено перейти к поиску новых путей.

Начали с критерия тонно-километры, до сих пор служащего основой экономических расчетов в области транспорта. Хотя всем ясно, что транспортировка, по сути своей, — процесс динамичный, экономисты, как ни странно, упорно настаивали на том, чтобы оценивать его с помощью критерия  $QL$ , в котором не учитывается важнейший показатель динамичности — скорость. В результате полного игнорирования скорости доставки в критерии  $QL$  создается база для фиктивных планов и приписок, ненаказуемости срыва графиков движения, а вследствие этого делается невозможной юридическая ответственность транспортных систем страны перед потребителями.

Пытались учесть это обстоятельство с помощью кри-

терия часовой производительности  $QV$ , потом перешли к более обоснованному критерию кинетической энергии

$\frac{QV^2}{2}$ . Но и в том и в другом случае не учитывался та-

кой важный для транспорта показатель, как дальность...

Появление статьи «Числа, которые преобразили мир» в журнале «Техника—молодежи» (№ 1, 1982 г.) дало новый импульс и новое направление этим работам. Предложенный П. Г. Кузнецовым и Р. И. Образцовой критерий тран  $QV^2L$ , обозначающий мощность, рассеиваемую на километре пути, поставил все на свои места, впервые позволил однозначно оценивать различные средства транспорта, сравнивать их между собой и выявлять лучшие образцы. К сожалению, полученные результаты не заинтересовали специалистов-транспортников, вообще отрицавших необходимость каких-либо новых изысканий в области квалиметрии транспорта. Однако выступление «Правды» (1985. — 22 января), а также публикации В. Д. Бурдакова в журналах «Техника и наука» (1988. — № 10) и «ВДНХ СССР» (1986. — № 11 и 1988. — № 1) заинтересовали многих представителей технической общественности страны. Автор методики был приглашен на работу во ВНИИ нормализации машиностроения, подготовил рукопись книги «Квалиметрия транспортных средств» и в 1988 г. выступил на Всесоюзной научно-практической конференции с докладом «Проблемы энергетики транспорта». Один из фундаментальных выводов этого доклада состоит в том, что разработанный для транспорта энергетический принцип квалиметрической оценки технического уровня по трем показателям (величине полезного эффекта работы, эксплуатационных потерь и добротности конструкции) может быть распространен на любую продукцию машиностроения. Главное — правильно сформулировать понятие «полезный эффект» работы данной продукции и «размерность единиц измерения». Все остальное, как говорится, дело техники счета.

Каково же нынешнее отношение специалистов-транспортников к этим публикациям и докладам? Судить об этом можно по письму заместителя директора по научной работе Центрального научно-исследовательского автомобильного и автомоторного института (НАМИ)

З. Сироткина, опубликованному в журнале «ВДНХ СССР» (1988. — № 9). Это письмо было прислано в ответ на публикацию «Не гадать, а рассчитывать» (ВДНХ СССР. — 1988. — № 1), в котором доказывалось, что новые марки наших легковых автомобилей отнюдь не так близки к мировым образцам, как утверждают руководители Автопрома. Как же отвечает З. Сироткин на эту публикацию?

«Необходимо признать, — пишет он, — что методы системного подхода к оценке технического уровня легковых автомобилей, использованные в работе В. Бурдакова, являются, безусловно, правильными». Далее З. Сироткин указывает, что не все потребительские свойства могут быть выражены численно и что многие иностранные фирмы скрывают некоторые важные параметры своих моделей, из чего делает неожиданный вывод: «Предложенный... критерий «Т», к сожалению, не учитывает ряда важных... потребительных свойств, в связи с чем не может быть признан приемлемым».

Что же получается? Из-за того что иностранные фирмы не публикуют некоторых данных своих моделей, нам следует отказаться от всяких попыток хоть как-то оценивать свою и зарубежную продукцию.

Нет, этого З. Сироткин не говорит. Оказывается, «специалисты НАМИ Минавтопрома ведут разработки в области методов анализа и оценки технико-экономического уровня изделий автомобилестроения и по окончании этой работы смогут предложить... журналу в конце 1988 — начале 1989 г. статью на аналогичную тему, в которой будет изложена... их точка зрения на проблему...»

Прошел и 1988, и 1989 год, а статья специалистов так и не появилась. Зато в новой методике для грузовых автомобилей в оценку технического уровня дальность автономного хода  $L$  не включена.

## Литература

Бартини Р. Л. ди, Кузнецов П. Г. Множественность геометрий и множественность физик / Сб Моделирование динамических систем. — Брянск, 1974. — С. 18—29.

Смирнов Г. В. Числа, которые преобразили мир // Техника—молодежи. — 1981. — № 1.

Бурдаков В. Д. Что такое «хорошо» // Техника—молодежи. — 1982. — № 11.

Бурдаков В. Д. Транспорт на весах квалиметрии // Техника и наука. — 1984. — № 10.

Богатко С. А. Транспортная услуга — «тран» // Правда. — 1985. — 22 января.

Бурдаков В. Д. Который лучше? // ВДНХ СССР. — 1986. — № 11.

Бурдаков В. Д. Не гадать, а рассчитывать // ВДНХ СССР. — 1988. — № 1.

Бурдаков В. Д. Об оценке технического уровня транспортных средств // Стандарты и качество. — 1988. — № 2.

Приложение  
В ПОМОЩЬ ИЗУЧАЮЩИМ  
ПРАВИЛА  
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

**Цифры в Правилах  
дорожного движения**

**Водительский стаж**

*2 года*

Стаж, до достижения которого водителю не разрешается даже вне населенных пунктов превышать скорость 70 км/ч (п. 11.3);

период, в течение которого на автомобиле, управляемом начинающим водителем, должен быть установлен специальный опознавательный знак (п. 26.13).

**Возраст**

*7 лет*

Возраст ребенка, до которого его разрешается перевозить на велосипеде и мопеде (при наличии дополнительного сиденья, оборудованного надежными подножками) (п. 24.7).

*12 лет*

Возраст, начиная с которого пассажир автомобиля, оборудованного ремнями безопасности, должен ими пользоваться (п. 3.3);

минимальный возраст ребенка, при котором его разрешается перевозить на переднем сиденье легкового автомобиля, не оборудованном специальным детским сиденьем, а также на заднем сиденье мотоцикла (п. 22.7).

*14 лет*

Минимальный возраст, начиная с которого подросток может получить право управления велосипедом, гужевой повозкой (санями), стать погонщиком вьючных, верховых животных или стада на дорогах (п. 24.1);

минимальный возраст обучаемого вождению мотоцикла в индивидуальном порядке (п. 21.3);

минимальный возраст, начиная с которого подросток может получить право управления мопедом (возраст может быть снижен в установленном порядке не более чем на 2 года) (п. 24.1);

минимальный возраст обучаемого вождению автомобиля в индивидуальном порядке (п. 21.3).

**Примечание.** Положением о порядке допуска водителей к управлению транспортными средствами, приеме экзаменов и выдаче гражданам водительских удостоверений, к управлению транспортными средствами категории «А», а также мотоколясками допускаются лица, достигшие 16 лет, категорий «В» и «С» — 18 лет, трамваями и легковыми автомобилями такси — 20 лет, категории «Д» и троллейбусами — 21 года.

### **Время**

*5 мин*

Максимальное время разрешенной остановки и начальное — стоянки транспортных средств (гл. 2 ПДД).

*19—21 ч*

Период суток, отведенный водителям для перестановки транспортных средств с занимаемой ими стороны дороги на противоположную с целью выполнения требований дорожных знаков 3.29 и 3.30. «Стоянка запрещена по нечетным (четным) числам месяца» (описание к дорожному знаку 3.30 в ПДД).

*5 суток*

Время, отведенное владельцу транспортного средства с момента приобретения его на то, чтобы зарегистрировать (перерегистрировать) в ГАИ (п. 26.1).

*2 месяца*

Максимальный период, по истечении которого владелец обязан поставить на учет по новому местонахождению транспортное средство, временно выбывшее с места постоянной регистрации (п. 26.2).

### **Скорость**

*8 км/ч*

Предел скорости движения тихоходной машины, ниже которого ее движение через железнодорожный переезд разрешается только начальником дистанции пути (п. 16.8).

*30 км/ч*

Предел скорости одиночного транспортного средства, ниже которого разрешается его обгонять, не взирая на действие дорожных знаков 3.20. «Обгон запрещен» и



3.22 «Обгон грузовым автомобилям запрещен» (описание к дорожным знакам 3.20 и 3.22).

*40 км/ч*

Максимальная конструктивная скорость мопеда (описание термина в разд. 2);

предел скорости, ниже которого транспортное средство, не имеющее возможности ехать быстрее, должно двигаться только по крайней правой полосе (кроме случаев обгона, опережения, объезда или перестроения перед поворотом или разворотом) (п. 10.5);

предел скорости транспортного средства, обусловленный его технической характеристикой или состоянием, ниже которого запрещается пользоваться автомагистралью (п. 17.1).

*50 км/ч*

Максимальная разрешенная скорость при буксировке (п. 20.4);

предел скорости, ниже которого водитель должен оставлять впереди себя такую дистанцию, чтобы она давала возможность обгоняющему безопасно вернуться в этот ряд движения (требование не действует, когда водитель сам готовится к обгону, а также при интенсивном движении) (п. 11.7).

*60 км/ч*

Максимальная разрешенная скорость движения в населенных пунктах (п. 11.2);

максимальная скорость при перевозке людей в кузове грузового автомобиля (п. 22.5).

*70 км/ч*

Максимальная скорость вне населенных пунктов (кроме автомагистралей) автобусов (кроме междугородных, туристских и особо малых), легковых автомобилей с прицепом, грузовых автомобилей полной массой более 3,5 т (п. 11.3);

предельная разрешенная скорость движения вне населенных пунктов, допустимая для водителей со стажем до 2 лет (независимо от класса дороги) (п. 11.3).

*90 км/ч*

Максимальная скорость вне населенных пунктов (кроме автомагистралей) легковых автомобилей без

прицепа, грузовых автомобилей полной массой не более 3,5 т, междугородных, туристских и особо малых автобусов, мотоциклов (п. 11.3);

максимальная скорость остальных автобусов, легковых автомобилей с прицепом, грузовых автомобилей полной массой свыше 3,5 т на автомагистралях (п. 11.3).

*110 км/ч*

Максимальная скорость движения на автомагистралях (вне населенных пунктов) легковых автомобилей без прицепа, грузовых автомобилей полной массой не более 3,5 т (п. 11.3).

### **Расстояния**

*1 м*

Предельный интервал от правого края проезжей части, за который не разрешается отдаляться на велосипеде, мопеде, гужевой повозке (саниях), верховом животном (п. 24.5).

*3 м*

Минимальный интервал между сплошной линией разметки и транспортным средством, разрешающий ему остановку или стоянку (при отсутствии дополнительных запрещений) (п. 13.7).

*4 м*

Наибольшая разрешенная дистанция между буксирующим и буксируемым транспортными средствами при использовании жесткой сцепки (п. 20.3).

*5 м*

Минимальное расстояние перед обозначенным пешеходным переходом, ближе которого водителю запрещается делать остановку и стоянку (п. 13.7);

то же — перед краем пересекаемой проезжей части (за исключением расположения напротив бокового проезда на трехсторонних перекрестках, имеющих сплошную линию разметки или разделительную полосу) (п. 13.7);

минимальное расстояние, на котором водитель должен остановиться перед шлагбаумом, если движение через железнодорожный переезд закрыто (п. 16.4).

*6 м*

Наибольшая разрешенная дистанция между букси-

рующим и буксируемым транспортными средствами при использовании гибкой сцепки (п. 20.3).

*10 м*

Минимальное расстояние до ближайшего железнодорожного рельса, на котором водитель обязан остановиться, пропуская приближающийся поезд, либо когда движение через переезд запрещено по иной причине (при отсутствии дорожного знака 2.5, стоп-линии, шлагбаума) (п. 16.4).

*10—15 м*

Расстояние от места работ на проезжей части, на котором обычно устанавливается предупреждающий знак 1.23. «Дорожные работы» (описание дорожного знака 1.23).

*15 м*

Расстояние, ближе которого водитель не должен останавливаться перед площадкой (указателем) остановки транспортного средства общего пользования или такси, если это создаст помеху для их движения (п. 13.7).

*15—20 м*

Расстояние в населенном пункте, на которое водитель должен в предусмотренных случаях выставлять позади транспортного средства знак аварийной остановки (п. 8.11).

*30—40 м*

То же вне населенных пунктов (п. 8.11).

*50 м*

Вне населенных пунктов — наименьшее расстояние до опасного участка, на котором устанавливаются дублирующие предупреждающие знаки 1.1. «Железнодорожный переезд со шлагбаумом», 1.2. «Железнодорожный переезд без шлагбаума», 1.9. «Разводной мост», 1.10. «Выезд на набережную», 1.21. «Дети», 1.23. «Дорожные работы» (описание перечисленных дорожных знаков);

расстояние до железнодорожного переезда вне населенного пункта, в пределах которого запрещается стоянка (п. 13.8).

*50—100 м*

В населенных пунктах — расстояние до опасного участка, на котором устанавливаются предупреждающие

знаки 1.1. «Железнодорожный переезд со шлагбаумом», 1.2. «Железнодорожный переезд без шлагбаума», 1.5. «Пересечение с трамвайной линией», 1.6. «Пересечение равнозначных дорог», 1.7. «Пересечение с круговым движением», 1.8. «Светофорное регулирование», 1.9. «Разводной мост», 1.10. «Выезд на набережную», 1.11.1. и 1.11.2. «Опасный поворот», 1.12.1. и 1.12.2. «Опасные повороты», 1.13. «Крутой спуск», 1.14. «Крутой подъем», 1.15. «Скользкая дорога», 1.16. «Неровная дорога», 1.17. «Выброс гравия», 1.18.1., 1.18.2., 1.18.3. «Сужение дороги», 1.19. «Двустороннее движение», 1.20. «Пешеходный переход», 1.21. «Дети», 1.22. «Пересечение с велосипедной дорожкой», 1.23. «Дорожные работы», 1.24. «Перегон скота», 1.25. «Дикие животные», 1.26. «Падение камней», 1.27. «Боковой ветер», 1.28. «Низколетающие самолеты», 1.29. «Тоннель», 1.30. «Прочие опасности» (описание перечисленных дорожных знаков).

#### *80—100 м*

Дистанция, обязательная при движении организованной колонной между группами велосипедистов или повозок (саней) (п. 24.5).

#### *100 м*

В случае вынужденной остановки транспортного средства — минимальная дистанция хорошей видимости в ту и другую сторону, без наличия которой водитель обязан обозначить свое транспортное средство знаком аварийной остановки или мигающим красным фонарем (п. 8.11);

минимальная дистанция хорошей видимости дороги, без наличия которой запрещается разворот (п. 9.9);

расстояние до железнодорожного переезда, в пределах которого запрещен обгон (п. 12.3);

минимальная дистанция хорошей видимости дороги в ту и другую сторону вблизи опасных поворотов или выпуклых переломов продольного профиля, без наличия которой запрещается стоянка (п. 13.8).

#### *150 м*

Минимальное расстояние между встречными транспортными средствами, на котором во избежание ослепления водители обязаны переключать дальний свет фар на ближний (п. 19.2).

### *150—300 м*

Вне населенного пункта — расстояние до опасного участка, на котором (при отсутствии таблички 7.1.1. «Расстояние до объекта») устанавливаются предупреждающие дорожные знаки 1.1., 1.2., 1.5. — 1.30 (названия см. выше — в комментарии к числовому значению 50—100 м) (описание к указанным дорожным знакам).

### *300 м*

Дистанция, определяющая «условия недостаточной видимости», если в ее пределах дорога не просматривается в сумерки, во время дождя, снегопада, тумана и т. п. (разд. 2).

### *1000 м*

Расстояние от транспортного средства, вынужденно остановившегося на железнодорожном переезде, на которое при возможности водитель должен выслать людей для подачи сигналов остановки машинистам приближающихся поездов (п. 16.6).

### **Масса**

### *400 кг*

Максимальная снаряженная масса трехколесного транспортного средства, приравненного к мотоциклу (разд. 2).

### *1,4 т*

Грузоподъемность грузового автомобиля или колесного транспорта, начиная с которой при буксировке прицепа на них должен устанавливаться опознавательный знак автопоезда (п. 26.6).

### *3,5 т*

Полная масса грузового автомобиля, выше которой ему запрещается при наличии трех и более полос движения в одном направлении выезжать на левую полосу (кроме случаев поворота налево, разворота и остановки на улицах с односторонним движением для разгрузки или загрузки); двигаться по автомагистралям со скоростью более 90 км/ч и по остальным дорогам вне населенных пунктов со скоростью более 70 км/ч; двигаться по автомагистрали далее второй полосы от правого края (п. 10.4, 11.3, 17.1);

максимальная полная масса грузового автомобиля, при которой ему разрешается движение по автомагист-

ралям со скоростью 110 км/ч, а по остальным дорогам вне населенных пунктов — 90 км/ч (п. 11.3);

полная масса грузового автомобиля, выше которой на него распространяется действие запрещающих знаков 3.4. «Движение грузовых автомобилей запрещено», 3.22. «Обгон грузовым автомобилям запрещен», таблички 7.4.1. «Вид транспортного средства» (описание к перечисленным знакам).

*12 т*

Полная масса транспортного средства, при направлении которой водитель обязан соблюдать впереди себя дистанцию, достаточную, чтобы обгоняющее транспортное средство могло без помехи вернуться в этот ряд (кроме случаев, когда водитель сам готовится к обгону, и интенсивного движения) (п. 11.7).

#### **Габариты**

*15 см*

Минимальное расстояние между сиденьями, закрепленными в кузове грузового автомобиля, оборудованного для перевозки людей, и верхним краем бортов кузова (п. 22.2).

*0,4 м*

Максимальное расстояние за габаритами транспортного средства по ширине, считая от переднего или заднего габаритного огня, выступающий далее которого груз должен быть обозначен в соответствии с требованиями п. 26.14. ПДД (п. 23.3).

*0,5 м*

Наибольшее допустимое превышение габарита груза по длине или ширине, свыше которого груз нельзя перевозить на велосипеде, мопеде (п. 24.7).

*0,8 м*

Наименьшая высота от пола кузова грузового автомобиля, на которую должны быть наращены его борта при перевозке групп детей (п. 22.4).

*1 м*

Предельное расстояние, выступающий далее которого спереди или сзади транспортного средства груз должен быть обозначен в соответствии с п. 26.14. ПДД (п. 23.3);

расстояние, через которое каждый отрезок связующего звена гибкой цепки при буксировке должен обозначаться сигнальными щитками или флажками в соответствии с п. 26.14. ПДД (п. 20.3).

#### *2 м*

Расстояние, выступающий за которое позади задней точки габарита транспортного средства груз не допускается транспортировать без специального разрешения Госавтоинспекции (п. 23.4).

#### *2,5 м*

Максимальные габариты транспортного средства (как с грузом, так и без груза) по ширине, свыше которых его передвижение по дорогам может осуществляться только с разрешения Госавтоинспекции (п. 23.4).

#### *4 м*

Максимальная высота транспортного средства (с грузом или без груза), считая от поверхности дороги, при превышении которой на его передвижение по дорогам требуется специальное разрешение ГАИ (п. 23.4).

#### *5 м*

Максимальные габариты транспортного средства (с грузом или без груза) по ширине, свыше которых его движение через железнодорожный переезд допускается только с разрешения начальника дистанции пути (п. 16.8).

#### *20 м*

Максимальная длина автопоезда с одним прицепом, свыше которой его движение через железнодорожный переезд допускается только с разрешения начальника дистанции пути (п. 16.8).

#### *24 м*

Максимальная длина автопоезда с двумя и более прицепами, свыше которой его движение через переезд допускается только с разрешения начальника дистанции пути;

максимум общей длины поезда сцепленных транспортных средств, свыше которого не допускается буксировка;

длина транспортного средства (с грузом или без гру-

за), свыше которой на нем должен быть установлен специальный опознавательный знак (п. 26.16).

**Рабочий объем\***  
*50 см³*

Высший предел рабочего объема двигателя мопеда (разд. 2).

**УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!**

В этом году мы продолжим публикацию «Самоучителя безопасности езды». Следующий урок 15 будет с № 2. Всего 20 разделов.

\* В данный комментарий не включены числовые значения, вошедшие в Приложение 3 к ПДД («Условия, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств»).

**СОДЕРЖАНИЕ**

От редакции . . . . .	3
Вместо предисловия . . . . .	4
Что такое тран и откуда он взялся? . . . . .	5
Не гадать, а рассчитывать . . . . .	13
Который лучше? . . . . .	26
Надежность транспортных средств . . . . .	36
Транспорт на весах квалиметрии . . . . .	48
Эпилог . . . . .	50
Литература . . . . .	54
Приложение В помощь изучающим Правила дорожного движения. Цифры в Правилах дорожного движения . .	55

**Валентин Дмитриевич Бурдаков,  
Герман Владимирович Смирнов**

**АЛЬТЕРНАТИВА ТОННО-КИЛОМЕТРАМ**

Главный отраслевой редактор В. А. Бабайцев

Редактор М. С. Зубкова

Мл. редактор Е. М. Авешникова

Худож. редактор М. А. Бабичева

Техн. редактор Н. В. Клецкая

Корректор В. В. Каночкина

ИБ № 10910

Сдано в набор 05.02.90 Подписано к печати 28.03.90 Т-00132 Формат бумаги 84×108<sup>1/32</sup> Бумага тип № 2 Гарнитура литературная Печать высокая. Усл. печ. л. 3,36 Усл. кр.-отт. 3,57 Уч.-изд. л. 3,25 Тираж 24 069 экз. Заказ 235 Цена 15 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 903404  
Типография Всесоюзного общества «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.