

Технологическое проектирование автотранспортных предприятий как средство повышения безопасности дорожного движения



Н. И. Веревкин,
канд. техн. наук,
профессор кафедры
технической эксплуатации
транспортных
средств (ТЭС)
Санкт-Петербургского
государственного
архитектурно-
строительного
университета (СПбГАСУ)



И. О. Черняев,
канд. техн. наук,
доцент, заведующий
кафедрой ТЭС СПбГАСУ



Е. В. Лаврентьев,
канд. техн. наук, ассистент
кафедры ТЭС СПбГАСУ

За последние годы в России отмечен значительный рост числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) из-за эксплуатации неисправных автотранспортных средств (АТС). Анализ работы отечественных автотранспортных предприятий (АТП) позволил выявить причины несоответствия технического состояния используемого парка АТС установленным нормативным требованиям. Представлен способ технологического расчета современных АТП, позволяющий сконцентрировать ресурсы предприятий на технологических процессах, необходимых для повышения уровня безопасности дорожного движения.

Согласно федеральному закону «О безопасности дорожного движения» (БДД), обеспечение БДД определяется как деятельность, направленная на предупреждение причин ДТП и снижение тяжести их последствий. Это означает, что, не найдя причин ДТП, невозможно организовать целенаправленные действия по их предупреждению. Выход из такой ситуации — или мириться с действующей практикой, в которой доминирует небрежность, необязательность, а нередко и отсутствие требуемой квалификации,

или тщательно исследовать механизмы производственной деятельности в АТП, обнаружить все множество факторов, влияющих на уровень обеспечиваемой БДД, и причин несоблюдения требуемых норм и правил, начав с технологического проектирования АТП.

Уровень дорожной аварийности по фактору технического состояния АТС показывает следующее [1]: в 2013 г. по причине эксплуатации АТС с техническими неисправностями число ДТП по сравнению с показателями 2012 г. выросло на 49,9 %. Общая численность таких



ФОТО: СЕРГЕЙ ТЮРИН

ДТП составила 1541, в них погибли 359 и ранены 2230 человек. Если предположить, что основной причиной данного факта является увеличение общего количества технически неисправных АТС, что вполне вероятно, то формально необходимо выделить способствующие этому факторы.

Прежде всего следует проанализировать парк АТС юридических лиц, поскольку любое ДТП с их участием приводит как к ухудшению общей транспортной ситуации и возможным человеческим жертвам, так и к снижению эффективности функционирования АТП в целом, росту общих затрат на перевозки и повышению себестоимости производимой продукции или услуг.

Росту числа эксплуатируемых технически неисправных АТС, находящихся в собственности у юридических лиц, способствуют следующие факторы:

- фактор технологического проектирования АТП, связанный с несоответствием спроектированных производственно-технических баз АТП требованиям специфики конструкции применяемых АТС;
- фактор масштабности АТП, увеличивающий нерентабельность применения современных средств технического диагностирования на малых и средних предприятиях;
- фактор отсутствия доступной производственной инфраструктуры по контролю технического состояния АТС для малых и средних АТП;
- фактор отсутствия контроля со стороны государства за техническим состоянием АТС.

Анализ негативных факторов

В сегодняшней практике в статусе средств обеспечения БДД фактор технологического проектирования АТП не исследовался, однако основания для такого исследования есть [2, 3].

За годы реформирования хозяйственного уклада в Российской Федерации произошли распад крупных АТП и формирование множества небольших АТП. Среднее число автомобилей, приходящееся на одно АТП в России, не превышает 30 единиц. В частности, по Санкт-Петербургу и Ленинградской области структура АТП по группам и количеству единиц подвижного состава показана в табл. 1 [4].

Разработка оптимальных технологических решений и организационных условий, обеспечивающих выпуск

Таблица 1. Число эксплуатируемых транспортных средств в отдельных группах АТП

Регион	Численность парка транспортных средств, ед.				
	Менее 10	11–50	51–100	101–300	Более 300
Санкт-Петербург	15962	1784	250	120	63
Ленинградская область	6272	906	103	23	3
Всего	22234	2690	353	143	66

технически исправных АТС на линию в плановые сроки при минимальном расходе ресурсов, обеспечивается, как известно, технологическим проектированием АТП [5]. На данный момент в России технологический проект (расчет) разрабатывается преимущественно по детерминированному цикловому методу для большинства АТП. Расчеты по этому методу основываются на предположении о постоянных среднесуточном пробеге, времени простоя на техническом обслуживании и текущем ремонте и т. д., хотя большинство этих параметров имеют случайный характер [5, 6]. Как показывает практика, значительное фактическое рассеивание расчетных параметров приводит к невозможности организации планово-предупредительной системы технического обслуживания и контроля технического состояния АТС в АТП. Это подтверждает и наука, объясняющая причину данного фактора: согласно закону больших чисел теории вероятностей [7], при увеличении количества независимых опытов среднее арифметическое значение случайной величины сходится по вероятности к ее математическому ожиданию, а дисперсия (среднее рассеивание на один опыт) стремится к нулю. Практикой доказано, что детерминированный метод начинает работать от 300 единиц подвижного состава в АТП, если технологически совместимых групп АТС не более трех [5]. Процедуру определения возможной максимальной ошибки технологического расчета по детерминированному цикловому методу покажем на следующем примере.

В АТП, эксплуатирующем 300 автомобилей трех технологически совместимых групп, среднесуточный пробег (I_{cc}) составляет 200 км с рассеиванием (P), равным 90 км. Количество экспериментальных опытов (N) примем равным 10. Тогда по заданной дисперсии случайной величины среднесуточного пробега ($D = P/N$) определится соответствующее среднеквадратическое отклонение ($\sigma_{I_{cc}}$):

$$\sigma_{I_{cc}} = \sqrt{D} = 3 \text{ (км)},$$

что составляет 1,5 % от среднесуточного

пробега автомобилей в АТП, а суммарная ошибка расчета – $3\sigma = 4,5$ %. Величина такой ошибки допустима для инженерных расчетов (критическое значение погрешности составляет 5 %).

В развитых странах преобладают крупные АТП, поэтому цикловый метод там эффективно функционирует. В России же большая часть АТП (даже в наиболее развитых регионах – см. табл. 1) имеет численность подвижного состава менее 300 автомобилей. Этого недостаточно для применения метода с постоянными расчетными параметрами.

В капитализированном обществе основная цель функционирования любого хозяйствующего субъекта, в том числе АТП – получение прибыли. Между тем деятельность АТП при этом предусматривает обеспечение требований БДД, гарантированное соответствие технического состояния используемого подвижного состава действующим нормативам. Это условие определено законодательством многих стран и жестко ими контролируется.

В России за годы реформирования хозяйственного уклада государство фактически ушло от нормирования процесса функционирования и развития АТП. Оно отменило обязательные виды сертификации производственно-технических баз предприятий по установленным требованиям. Действующая нормативная документация регламентирует только те параметры, отклонение которых от нормативов влечет за собой снижение уровня БДД. Все остальные факторы остаются в ведении собственников АТП. В нормативной документации – техническом регламенте «О безопасности колесных транспортных средств», ГОСТ Р 51709-2001 и Правилах дорожного движения – обозначены только те неисправности, с которыми выпуск транспортных средств на линию запрещен.

Однако даже при наличии современных средств технического диагностирования, способных выявлять обозначенные неисправности, нет системы их контроля. Это значит, что гарантий обеспечения БДД по фактору техни-

ческого состояния АТС подавляющая часть АТП дать не может. В автопарках такие средства практически не используются. Во-первых, они дорого стоят и требуют привлечения соответствующего квалифицированного персонала, что является нерентабельным для малых и средних предприятий. Во-вторых, их применение, по действующим требованиям законодательства, необязательно.

По данным причинам обозначенный **фактор масштабности** привел к тому, что внутри малых и средних АТП творится хаос. Предприятия не имеют ни инженерной, ни технологической, ни информационной базы для обучения персонала. Как следствие, у них нет возможности соблюдения нормативов в области обеспечения БДД. Действующая практика подтверждает: представленные первые два фактора являются основополагающими в росте числа ДТП с участием технически неисправных АТС, эксплуатируемых в АТП.

Малые АТП, опираясь на опыт западных стран, принципиально могли бы проводить подобные работы по договорам аутсорсинга. Однако подобной инфраструктуры, дающей возможность контроля технического состояния транспортных средств по приемлемым ценам для таких предприятий, в России нет. В этом проявляется **фактор отсутствия доступной инфраструктуры для контроля технического состояния АТС**.

Предпосылки для создания подобного механизма в России были подготовлены в период функционирования системы обязательного Государственного технического осмотра (ГТО) (1996–2011 гг.). На территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области система ГТО накопила около 130 современных линий диагностирования, сформировала новые элементы технической культуры, побудила крупные АТП создавать собственные производственно-технические базы с использованием стендового контроля, объединенные в специализированный модуль региональных организаций соответствующего эффективно действующего некоммерческого партнерства.

С введением в 2011 г. федерального закона «О техосмотре транспортных средств» развитие системы остановилось и в значительной мере разрушилось под действием мгновенно возникшего мощного коррупционного элемента. Это явилось дополнительным фактором в росте числа ДТП из-за экс-

плуатации технически неисправных транспортных средств.

В результате введения в действие этого закона страховые компании получили «государственное» разрешение проводить дистанционную, обезличенную аккредитацию хозяйствующих субъектов на право проводить технический осмотр транспортных средств. Сам федеральный закон оперирует далекими от обеспечения БДД терминами, такими как «финансовые и страховые рынки», «рыночная услуга» (при допуске транспортного средства к эксплуатации) и др. [8]. Он позволил участвовать в контроле состояния транспортных средств практически любым хозяйствующим субъектам, в том числе тем, которые не имеют представления об обязательности производственной дисциплины, субъектам с произвольным профессиональным образованием и даже не использующим диагностический инструментарий в строго регламентированных процедурах допуска АТС к эксплуатации. В этой ситуации коррупционная мотивация неизбежна. Федеральный закон «О техосмотре» увел государственную систему обеспечения БДД в область коммерческих приоритетов, а процедура контроля технического состояния автомобилей стала формальной, обезличенной операцией без возможности обратной связи с госорганами. Это явилось **фактором практически полной неконтролируемости государством технического состояния АТС**, усиливающим рост числа ДТП из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств.

Вследствие обозначенных факторов квалифицированный контроль параметров технического состояния автомобилей, которого требуют названные выше нормативные документы по обеспечению БДД, либо невозможен, либо намеренно не выполняется ответственными лицами в различных АТП. Бесконтрольный выход технически неисправных АТС на линию не мог не привести к значительному росту числа ДТП, цифры которых представлены в начале статьи. Крайним в этой ситуации при несчастных случаях остается владелец транспортных средств, на которого возлагается вся ответственность за несоблюдение несовершенного законодательства.

Расчеты для обеспечения БДД

Сложившиеся в стране обстоятельства побуждают разработать и пред-

ложить собственникам АТП механизм, способствующий обеспечению безопасной эксплуатации используемых ими АТС и соблюдению нормативных требований по БДД.

Для разработки такого механизма вернемся к основополагающим факторам роста числа ДТП с участием технически неисправных АТС. Если увеличение количества различных АТП до минимально необходимого условия применения детерминированного метода является невыполнимой задачей, то переработка основ существующих технологических проектов остается единственным приемом решения поставленной проблемы силами владельцев АТП.

Ранее отмечалось, что главным недостатком детерминированного метода является использование постоянных исходных данных для технологического расчета АТП, несмотря на то что большинство из них имеют случайный характер. То есть решение поставленной задачи упирается в необходимость применения вероятностного метода расчета АТП. В этом случае учет непостоянства исходных данных позволит адаптировать ремонтно-обслуживающий комплекс АТП к технологическим параметрам эксплуатируемых АТС и сконцентрировать внимание на контроле их технического состояния. Задача требует использования методов теории вероятности при известных заранее законах распределения вводимых исходных величин технологического расчета АТП.

Для технологического расчета АТП используется множество случайных исходных данных, но наибольшим рассеиванием обладают параметры интенсивности эксплуатации (среднесуточный пробег) и интенсивности устранения неисправностей (время простоя на техническом обслуживании и текущем ремонте). Факторы, влияющие на надежность подвижного состава, подразделяются на технологические, нагрузочные, климатические, дорожные и эксплуатационные [9]. Все обозначенные факторы в разной мере оказывают влияние на ресурс автомобиля и на интенсивность его эксплуатации, которые, в свою очередь, влияют на основной показатель эффективности работы АТП – коэффициент технической готовности (КТГ).

Согласно центральной предельной теореме теории вероятности [5], закон распределения суммы трех и более независимых случайных величин сколь-

Таблица 2. Определения квантиля нормированного нормального распределения U_α в зависимости от заданной доверительной вероятности α

α	0,999	0,99	0,95	0,90	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,5
U_α	3,2905	2,5758	1,960	1,645	1,440	1,282	1,1503	1,0364	0,9346	0,00

рый является двухпараметрическим. Поэтому для расчета всех параметров проектируемого предприятия с заданной вероятностью необходимо, чтобы исходные величины технологического расчета, имеющие случайный характер, были заданы двумя параметрами: математическим ожиданием (m_x) и среднеквадратическим отклонением (σ_x). Оба этих параметра распределения можно выявить при наличии статистических данных по предприятию. Исследования показывают, что среднесуточный пробег и время простоя в ТО и ТР являются случайными величинами, подчиняющиеся нормальному закону распределения [3, 4]. В отсутствие статистических данных по предприятию можно использовать соотношение параметров нормального закона распределения, для которого среднеквадратическое отклонение от математического ожидания находится в диапазоне 0,25–0,33. В этом случае для учета внешних случайных факторов, влияющих на показатели работы АТП, в детерминированный технологический расчет вводится распределение случайно изменяемой величины среднесуточного пробега. Распределение же числа дней простоя в ТО и ТР используется для учета внутрипроизводственных случайных факторов. Применение упомянутых распределений случайных величин позволяет определить основные элементы технологического расчета производственной программы по ТО и ТР автомобилей [2], такие как:

- математическое ожидание КТГ для всех стадий работы АТП

$$\bar{\alpha}_T = 1 / [1 + \bar{l}_{cc} \cdot \bar{d}_{\text{ТОИТР}} / 1000 + 0,555 D_{\text{КР}} \cdot \bar{l}_{cc} / L_{\text{ц}}], \quad (1)$$

где l_{cc} – математическое ожидание среднесуточного пробега, км/дней;

$d_{\text{ТОИТР}}$ – математическое ожидание числа дней простоя в ТО и ТР, дней на 1000 км пробега;

$D_{\text{КР}}$ – число дней простоя в капитальном ремонте, дней;

$L_{\text{ц}}$ – пробег за цикл, км.

- среднеквадратическое отклонение КТГ, после статистической линеаризации функции (1) от двух случайных переменных [2]

$$\sigma_{\alpha_T} = \left[\left(\frac{d_{\text{ТОИТР}}}{1000} + \frac{0,555 D_{\text{КР}}}{L_{\text{ц}}} \right) \sigma_{l_{cc}} + \left(\frac{l_{cc}}{1000} \right) \sigma_{d_{\text{ТОИТР}}} \right] / \alpha_T^2,$$

- годовые объемы работ по ТО и ТР с использованием заранее заданной доверительной вероятности α

$$T_{ia} = \bar{T}_i + U_\alpha \sigma_{T_i},$$

где T_i – среднее значение годового объема работ по ТО и ТР;

σ_{T_i} – среднеквадратическое отклонение годового объема работ;

U_α – квантиль нормированного нормального распределения, соответствующий заданной вероятности α , определяемый по табл. 2.

Дальнейшее применение методики распределения объемов работ ТО и ТР [3] позволяет провести адаптацию полученных значений объемов работ к сложившейся структуре подвижного состава с учетом организационных, технологических, экономических и законодательных норм работы предприятия.

Таким образом, технологический расчет с применением обозначенных методик способен сконцентрировать доступные средства на необходимых для повышения уровня БДД технологических процессах, в числе которых контроль технического состояния транспортных средств. Для этого необходимо рассчитать объем диагностических работ с заранее заданной доверительной вероятностью α , равной, как минимум, 0,95. Увеличение производственных ресурсов по отдельным направлениям, обеспечивающим БДД, дает возможность соблюсти действующие законодательные нормы при минимальных затратах на производство. Кроме того, адаптивный технологический расчет позволяет с заранее заданной доверительной вероятностью рассчитать необходимые параметры проектируемого предприятия, такие как численность и квалификацию рабочего персонала, производственные площади, потребность в оборудовании и т. д., для любых размеров парка подвижного состава АТП. Следовательно, такой адаптивный вероятностный расчет относится к наи-

более перспективным для применения в существующих АТП на территории РФ с целью снижения числа ДТП, вызванных эксплуатацией технически неисправных АТС и потребностью повышения эффективности функционирования предприятий.

В заключение необходимо отметить, что сейчас наблюдается тенденция к укрупнению АТП и унификации подвижного состава путем объединения существующих средних и малых предприятий. Можно предположить, что вновь станет актуальным цикловой детерминированный метод и исчезнет фактор масштабности предприятий, а это, соответственно, вызовет сокращение числа ДТП, связанных с эксплуатацией технически неисправных транспортных средств. □

Литература

1. Статистические сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения Госавтоинспекции МВД России: 2013. URL: <http://www.gibdd.ru/stat/>.
2. Лаврентьев Е. В. Расчет производственной программы автотранспортных предприятий с учетом случайных факторов работы производства // Наука и бизнес: пути развития. 2013. № 6 (24). С. 30–34.
3. Лаврентьев Е. В. Рационализация распределения объемов работ технического обслуживания текущего ремонта автомобилей // Наука и бизнес: пути развития. 2013. № 3 (21). С. 41–44.
4. Транспорт и связь в России. 2012: стат. сб. / под ред. А. Л. Кевешова, М. А. Сабельникова. М.: Росстат, 2012. 303 с.
5. Тахтамышев Х. М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий. М.: Академия, 2011. 352 с.
6. Лукинский В. С. Модели и методы теории логистики: учеб. пособие. 2-е изд. СПб.: Питер, 2007. 448 с.
7. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М.: Физматгиз, 1962. 564 с.
8. Кравченко П. А. О нормативах качества законодательных актов, регулирующих деятельность в сфере обеспечения безопасности дорожного движения в Российской Федерации // Транспорт РФ. 2013. № 4 (47). С. 20–23.
9. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Мин-во автомобильного транспорта РСФСР. М.: Транспорт, 1986. 72 с.