

УДК 004.67/621.01

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕРМИНОЛОГИИ  
В ОБЛАСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ***д-р техн. наук, проф. В.П. ИВАНОВ; Г.А. УВАРОВ; А.Н. ВАСЬКОВИЧ  
(Полоцкий государственный университет)*

*Анализируется проблема совершенствования содержания стандартов в части определения системообразующих терминов в области определения технического состояния автомобильных агрегатов. Обоснована актуальность рассматриваемого вопроса. Предложены отраслевые уточнения для общетехнических терминов при их использовании применительно к ремонту автомобилей с учетом специфики диагностирования и ремонта.*

**Введение.** Профессиональная терминология образует тезаурус данной предметной области, позволяющей достичь большей информативности в общении специалистов. При различиях в терминологии сообщаемая информация искажается, а часть ее теряется. Индивидуальный тезаурус получателя информации отражает его знания о данном предмете, поэтому количество информации оценивается степенью изменения его тезауруса, произошедшего после приема информации. Таким образом, количество воспринимаемой информации нелинейно зависит от состояния индивидуального тезауруса получателя. Получатели, имеющие разные тезаурусы, будут получать неодинаковое количество информации. Если индивидуальный тезаурус получателя информации близок к нулю (он не владеет профессиональной терминологией), то и количество воспринятой им информации также близко к нулю (получатель не понимает смысла сообщения или понимает его неверно) [1].

Для эксперта, определяющего причины неисправностей автомобильных агрегатов, необходимо также и правильно их описать. При этом, описывая свойства объекта исследования, необходимо опираться на стандартные термины. Однако стандартизированная терминология автомобильной отрасли до сих пор не обладает логической завершенностью. Действующие стандарты в области технической эксплуатации автомобилей опираются на документы, имеющие к автомобильному транспорту опосредованное отношение, следовательно, они в недостаточной степени отражают отраслевую специфику.

**Основная часть.** Рассмотрим устоявшуюся терминологическую практику эксплуатационников, опирающуюся на объективные причинно-следственные закономерности. Заметим при этом, что разработка онтологий – достаточно сложная и емкая задача. Наибольшую трудность в этом аспекте представляет разработка системы информации об объектах стандартизации, адекватной рассматриваемой области. Необходимо, чтобы терминология максимально приближалась к естественному типу, опиралась на свойства, достаточные для идентификации материальных объектов, процессов и явлений, а логика ее построения должна соответствовать структуре взаимодействия этих объектов. Также необходимо, чтобы она отражала объекты с их отношениями и учетом развития взаимосвязей. Только в этом случае стандартизированная терминология может выражать элементы структур, которые существуют в отражаемом ею мире, с учетом тенденций развития. Так как научно-технический прогресс динамично изменяет объекты, процессы и средства производства, актуальность введения новых и уточнения традиционных терминов не вызывает сомнений. Важным шагом в этом направлении представляется популяризация постулатов и терминологии общей теории систем.

Республика Беларусь унаследовала систему государственных стандартов Советского Союза. Согласно ГОСТ 25866-83 [2] термин «техническое обслуживание» определяется по ГОСТ 18322-78 [3], который, в свою очередь, при определении термина «техническое состояние» ссылается на авиационный ГОСТ 19919-74 [4]. Согласно [4] термин «техническое состояние» определяется как «совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств объекта, характеризующая в определенный момент времени признаками, установленными технической документацией на этот объект. При этом видами технического состояния являются работоспособность, неработоспособность, исправность, неисправность и др.». Таким образом, при разработке методики диагностирования, позволяющей устанавливать виды состояний, отличные от ранее установленных технической документацией, разработчик должен предложить производителю внести соответствующие изменения в техническую документацию на транспортное средство, что не всегда продуктивно на практике.

Ссылки на авиационные стандарты имеют историческую основу, неактуальную в настоящее время. Тезаурус авиационной области знаний апеллирует своим пониманием к эксплуатационной надежности, методологией оценки и управления состоянием технических объектов, связанных со спецификой их конструкций, к функционированию. Например, термин «обслуживание по состоянию» для авиаторов означает больший отход от практики строго регламентированных (по наработке) замен агрегатов; для

автомобилистов данный термин означает больший учет эксплуатационных факторов. Недостаточная определенность терминов для их практического применения в части идентификации технического состояния наглядно проявляется в авиационном ОСТ 1.02776-2001 [5] (подходящему по ряду положений и для автомобильного транспорта). В этом стандарте техническая эксплуатация «по состоянию» определяется как «эксплуатация, при которой замена изделия при всех видах технического обслуживания и ремонта для его восстановления или списания производится только при отказе изделия или достижении им предотказного состояния». Понятие «предотказное состояние» при этом опирается на «упреждающий допуск». В свою очередь, «упреждающий допуск определяющего параметра» трактуется как «диапазон изменения определяющего параметра, границы которого устанавливают область предотказного состояния изделия», что является циклической ссылкой без толкования сути. Некорректную перекрестную ссылку мы видим и при определении терминов «Техническая эксплуатация по состоянию (ТЭС)» и «Метод технической эксплуатации до предотказного состояния (ТЭП)». ТЭП – метод технической эксплуатации до достижения им предотказного состояния; ТЭС – эксплуатация, при которой замена изделия или его восстановление производится только при отказе изделия или достижении им предотказного состояния.

Анализ государственных стандартов, устанавливающих терминологию описания надежности продукции, также свидетельствует о несоответствии. Так, в ГОСТ 15467-79 [6] имеется как внутреннее противоречие, так и противоречие с технической литературой в области обслуживания и ремонта автомобилей. Традиционно в отечественных технических условиях на контроль и сортировку при ремонте использовался термин «дефект». В учебной литературе и справочниках по ремонту отмечают, что при входном контроле ремонтного фонда проверяется наличие или отсутствие дефектов, которые возникли ранее при использовании изделий по назначению. От этого происходит сам термин «дефектация» [7–11].

Согласно ГОСТ 27.002-89 [12] «переход объекта из одного состояния в другое *обычно* происходит вследствие повреждения или отказа. Переход объекта из исправного состояния в *неисправное работоспособное* состояние происходит из-за *повреждений*. Данный стандарт должен применяться совместно с [3]. «Повреждение – это событие, при котором происходит нарушение исправного состояния изделия вследствие влияния внешних воздействий, превышающих уровни, установленные нормативно-технической документацией на изделие». При трактовке термина «дефект» дается ссылка на ГОСТ, в котором указано, что, «находясь в неисправном состоянии, изделие имеет один или несколько дефектов» [6].

Обращает на себя внимание тот факт, что российский ГОСТ Р53480-2009 [13] дает другое определение термина «дефект», даже не ссылаясь на [6]. В [13] при определении термина «повреждение» термин «неисправность» не применяется. Этот ГОСТ в отношении неисправности указывает, что они могут быть «конструкционными», а не «конструктивными», как в [6], и «производственными». При этом термин «эксплуатационная неисправность» не устанавливается. Термин «дефект» применяется для готовой продукции промышленного производства – при контроле качества во время изготовления и ремонта. В то же время термин «дефект» не распространяется на последующее использование продукции. Также говорится, что дефектация – это контроль качества отремонтированной продукции. Но это также не совсем верно. Дефектация – это сортировка ремонтного фонда, то есть объектов, поступивших в ремонт, а отремонтированная продукция проходит приемочный (выходной) контроль. В данном случае речь идет не о дефектах, которые возникли в ремонте, а о дефектах (неисправностях, повреждениях), возникших при использовании продукции по назначению. Хотя такие дефекты можно было бы трактовать двояко, в том числе как дефекты деталей для последующей сборки при ремонте (вторичном производстве). Термин «вторичное производство» был введен профессором К.Т. Кошкиным во время развития индустриального ремонта [9].

Термин «дефект» следует отличать от термина «отказ». Отказом является событие, заключающееся в нарушении работоспособности изделия, которое ранее было работоспособным. Отказ может возникнуть в результате наличия в изделии одного или нескольких дефектов, но появление дефектов не всегда означает, что возник отказ, то есть изделие стало неработоспособным.

Техническое состояние объекта как «состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды значениями параметров, установленных технической документацией, определяет ГОСТ 20911-89 [14]. Об изменении технического состояния объекта судят по значениям диагностических (контролируемых) параметров, позволяющих определить техническое состояние агрегата без его разборки. В ГОСТ 30848-2003 [15] применены термины согласно [14], а также следующие термины:

- *анализ технического состояния* как выявление сущности, закономерностей, тенденций, причин процессов деградации машины на основании мониторинга технического состояния в целях прогнозирования, планирования, коррекции, управления и принятия решений;

- *неисправность* (неисправное состояние) как состояние машины, возникающее в случае, когда вследствие деградации любой ее детали или узла устанавливается аномальный режим работы, что *может* привести к отказу машины. (Однако согласно [12] в *неисправном состоянии* изделие не соответствует хотя бы одному из требований технической документации, не обязательно приводящих к отказу);

- отказ как событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния машины, которое наступает, когда машина утрачивает *одну или несколько* своих *основных* функций. Отказ машины обычно происходит в том случае, когда *один или несколько* ее компонентов находятся в неисправном состоянии. (Не совсем понятны избыточность формулировки «одну или несколько» и термин «основная функция»).

По [13] «неисправность – состояние изделия, характеризующееся неспособностью выполнять требуемую функцию...», «отказ – потеря изделия выполнять требуемую функцию», то есть событие, а «неработоспособное состояние – состояние изделия, при котором оно неспособно выполнять требуемую функцию...». Формулировка «требуемая функция» [13] представляется нам более правильной, чем «основная функция» [12]. Однако [13] прямо противоречит [6]. Далее, «при наличии повреждения нарушается исправное состояние объекта, а работоспособное состояние сохраняется» [12]. Но при возникновении неисправности наступает неработоспособное состояние изделия [13].

Таким образом, при возникновении неисправности агрегат остается работоспособным в случае, если он может выполнять заданные функции, сохраняя при этом значения заданных выходных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Однако когда значение хотя бы одного выходного параметра не соответствует установленным требованиям, агрегат характеризуется как неработоспособный. Сформулированное согласно [6; 12; 13] совокупное определение «неисправности» в итоге лишается смысла.

Вышеуказанные ошибки определения терминов не так однозначны, как это может показаться на первый взгляд. По нашему мнению, проблема лежит гораздо глубже, чем несогласованность стандартов. Она заключается в искусственно упрощенной методологии в части определения видов состояний технического объекта.

Автомобиль с точки зрения теории надежности является сложным техническим объектом, состоящим из подсистем и элементов. Критичность неисправностей элементов определяет функциональность систем (узлов и агрегатов), которые в свою очередь могут являться подсистемами или элементами систем более высокого порядка. Использование основных постулатов общей теории систем позволяет разрешить трудность в определении терминов, характеризующих состояние элементов в зависимости от масштаба рассмотрения системы.

Подмена терминов общей теории систем «элемент», «подсистема», «система» терминами «компонент», «изделие», «машина» и т.п. приводит к разночтениям. Именно по этой причине определения терминов «неисправность» и «отказ» в [13] не соответствуют по форме и содержанию определениям в [12] и [6]. Отказ одного и того же объекта может трактоваться как критический или некритический, существенный или несущественный в зависимости от того, рассматривается ли объект как таковой или он является составной частью другого объекта. Несущественный отказ объекта, входящего в состав более ответственного объекта, может рассматриваться как существенный и даже критический в зависимости от последствий отказа сложного объекта. Для проведения классификации отказов по последствиям необходим анализ критериев, причин и последствий отказов и построение логической и функциональной связи между отказами. При классификации отказов по последствиям могут быть введены две и более категории отказов. Границы между этими категориями достаточно условны.

Рассмотрим устоявшуюся практику использования терминов в эксплуатации автомобилей. Очевидно, что термин «дефект» связан с термином «неисправность», но не является его синонимом. Неисправность представляет собой определенное состояние изделия, вызванное определенным событием – повреждением, которое заключается в нарушении исправного состояния изделия. Таким образом, в отличие от дефекта, возникающего при производстве, повреждение возникает при использовании агрегата по назначению, хранении и транспортировании. В то же время, находясь в неисправном состоянии, изделие может иметь один или несколько дефектов, возникших при его изготовлении. Следует отметить, что в ГОСТ не указываются такие понятия, как «эксплуатационный дефект» и «эксплуатационная неисправность», однако не содержатся и прямые запреты на использование подобных терминов. Если учесть, что согласно [6] допускается применение отраслевых терминов, не установленных настоящим стандартом, отражающих специфические особенности продукции отрасли, то применение подобных терминов можно считать допустимым до приведения отраслевых стандартов в состояние, не противоречащее в применении терминов друг другу.

Например, так как гарантийный ресурс автомобиля МАЗ составляет один год или 100 тыс. км пробега, то он не может отражать его *номинальный* ресурс *предполагаемый* потребителем при приобретении автомобиля или деталей (реальные ресурсы современных автомобилей такого типа лежат далеко за пределами одного миллиона километров пробега). Термин «дефектация» используется при контроле состояния автотранспортных средств *вне зависимости от их наработки по пробегу*. При *дефектации* определяют содержание и объем предстоящего ремонта. Правомерность использования данного термина связана со сложностью определения причин неисправности *в условиях эксплуатации*, так как некоторые дефекты конструкции изделия или свойств материала, или технологии его производства могут проявиться спустя значительное время как уменьшенный ресурс.

Термин «неисправность» используется эксплуатационниками в более широком смысле, чем термин «дефект». Данный термин используется в случаях, когда не известен объем предстоящего ремонта, точно не известна неисправная деталь, но при этом присутствует достоверный факт нарушения степени функциональности системы. При установлении снижения функциональности часто говорят что «неисправен (некий) агрегат или система», таким образом, указывая на локализацию неисправности. Действительные причины снижения функциональности агрегата или системы определяют путем диагностирования или проверки. Также может быть принято решение о замене неисправного агрегата без выяснения характера неисправности и конкретной неисправной детали, причин нарушения функциональности. Такой ремонт «заменой агрегатов» служит цели уменьшить время ремонта, для чего на предприятии создается обменный фонд агрегатов.

Термин «отказ» применяется эксплуатационниками для указания на высокую степень критичности или определенности неисправности. Критичность и определенность – разноплановые понятия, а их обобщение в термине «отказ», по-видимому, связано с желанием выразить необходимость производства ремонта. То есть термин «отказ» эксплуатационники применяют более широко, чем «технический отказ». Для них «отказ» означает направление агрегата в ремонт с его выводом из эксплуатационного процесса.

Тезаурус зарубежных эксплуатационников опирается на систему терминов, отличную от отечественной, что связано с объективными различиями в культуре и экономике. В международных документах ИСО, МЭК и ЕОКК [16–18] различают «рабочее состояние» (operating state) и «нерабочее состояние» (non-Operating state), при котором объект не применяется по назначению. В свою очередь, «нерабочее состояние» подразделяют на состояние дежурства (stand by state) и состояние планового простоя (idle, free state). Кроме того, различают «внутренне» неработоспособное состояние (internal disabled state), обусловленное отказом или незавершенностью планового технического обслуживания (ремонта), и внешне неработоспособное состояние (external disabled state), обусловленное организационными причинами. Чтобы проводить классификацию отказов по их последствиям, введено понятие критичности отказа. Различают критические (critical) и некритические (non-critical) отказы. Последние подразделяют на существенные (major) и несущественные (minor). Критерием для классификации могут служить прямые и косвенные потери, вызванные отказами, затраты труда и времени на устранение последствий отказов, возможность и целесообразность ремонта силами потребителя или необходимость ремонта изготовителем или третьей стороной, продолжительность простоев из-за возникновения отказов, степень снижения производительности при отказе, приводящем к частично неработоспособному состоянию, и т.п.

Нам представляется актуальным при определении видов состояний систем автомобиля использовать пояснение к терминам «Техническое состояние», «Контроль технического состояния» и «Контроль функционирования»: «Зависимости между входными и внутренними переменными изделия, описываемой функционалом (оператором и т.п.), можно поставить в соответствие фазовое пространство технических состояний, присущих данному изделию. Причем каждому попарно различимому сочетанию значений указанных переменных соответствует точка этого пространства. Все множество точек фазового пространства установленной функцией качества можно разбить на два или более подмножеств» [6].

В ГОСТ Р 27.302-2009 [19] говорится: «При качественном методе вероятность событий или частоту их возникновения не рассматривают. Это метод заключается в детальном анализе совокупности событий/неисправностей. Его применяют, когда необходимо выявить возможные причины неисправностей безотносительно реальной вероятности их возникновения. Иногда некоторые события, рассматриваемые при проведении качественного анализа, оценивают и количественно, но такие расчеты не связаны с попытками расчета общей безотказности. При количественном методе в процессе детального анализа дерева неисправностей полностью моделируют изделие, процесс или систему и оценивают вероятность возникновения базисных событий, неисправностей или событий, выявленных в ходе анализа. В данном случае окончательный результат представляет собой вероятность появления завершающего события, свидетельствующего о вероятности возникновения неисправности или отказа. (Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта МЭК 61025:2006 «Анализ дерева неисправностей» (IEC 61025:2006 «Fault tree analyses», NEQ)).

По нашему мнению, при определении вида технического состояния агрегатов автомобилей с использованием инструментальных программно-аппаратных средств и методик диагностирования и последующим назначением ремонтных работ «по состоянию» востребовано использование термина «предотказное состояние» с указанием количественного значения *степени принадлежности к отказу* согласно приводимой функции (в рамках теории нечетких множеств). При этом возможно использовать алгоритмы (методы) определения достоверности диагностирования, которые опираются на отличающиеся от статистических методы: теорию очевидностей Демпстера – Шейфера, теорию возможностей Дюбуа – Прада и другие модели квазивероятности [20].

**Заключение.** Проведенное исследование указывает на необходимость уточнения стандартов в области технической эксплуатации автомобильного транспорта. Важность полноты и точности определе-

ния технического состояния агрегатов возрастает с ростом сложности автомобилей, их технического обслуживания и ремонта. Обращено внимание на тот факт, что согласно действующим стандартам при диагностировании автомобилей необходимо опираться на термины и определения технического состояния, определенные как стандартами, так и технической документацией производителя транспортных средств. В результате, сегодня в эксплуатации автомобилей нет однозначно стандартизированных терминов для описания неисправностей, которые бы не вызвали противоречий с одним из действующих стандартов.

Введение в техническую эксплуатацию автомобилей стандартизированных терминов «предотказное состояние» и «техническая эксплуатация по состоянию» с указанием степени принадлежности к отказу позволит совершенствовать организацию ремонта со снижением затрат и повышением коэффициента технической готовности парка автомобилей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Саак, А.Э. Информационные технологии управления: учебник для вузов / А.Э. Саак, Е.В. Пахомов, В.Н. Тюшняков. – СПб.: Питер, 2009. – 320 с.
2. Эксплуатация техники (термины и определения): ГОСТ 25866-83. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1990.
3. Система технического обслуживания и ремонта техники: ГОСТ 18322-78. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004.
4. Контроль автоматизированный технического состояния изделий авиационной техники (термины и определения): ГОСТ 19919-74. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1974.
5. Эксплуатация техническая авиационной техники по состоянию: ОСТ 1.02776-2001. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
6. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 15467-79 (СТ СЭВ 3519-81). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1981.
7. Хрулев, А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей / А.Э. Хрулев. – М.: Изд-во «За рулем», 1999. – 480 с.
8. Петросов, В.В. Ремонт автомобилей и двигателей / В.В. Петросов. – М.: Академия, 2005 – 224 с.
9. Технология авторемонтного производства: учебник для вузов / А.И. Асриянц [и др.]; под ред. К.Т. Кошкина. – М.: Транспорт, 1969. – 568 с.
10. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Ю.П. Баранов [и др.]; под ред. Г.В. Крамаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
11. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-89. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
12. Надежность в технике. Термины и определения: ГОСТ Р 53480-2009. – М.: Изд-во стандартов, 2009.
13. Техническая диагностика. Термины и определения: ГОСТ 20911-89. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
14. Диагностирование машин по рабочим характеристикам. Общие положения: ГОСТ 30848-2003 (ИСО 13380:2002). – М.: Изд-во стандартов, 2003.
15. Data Processing Vocabulary. Section 14. Reliability, Maintenance and Availability. – Geneva: ISO 2382, 1976. – 16 p.
16. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 191. Reliability, Maintainability and Quality of Service (draft). – Geneva: International Electrotechnical Commission, 1987. – 75 p.
17. EOQC Glossary. – Bern: EOQC. 1988. – 24 p.
18. Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей: ГОСТ Р 27.302-2009. – М.: Изд-во стандартов, 2010.
19. Пытьев, Ю.П. Возможность как альтернатива вероятности. Математические и эмпирические основы, применение / Ю.П. Пытьев. – М.: Физматлитиздат, 2007. – 464 с.

Поступила 06.07.2015

#### PERFECTION OF TERMINOLOGY OF DIAGNOSING CARS SYSTEMS

V. IVANOY, G. UVARAY, A. VASKOVICH

*The problem of perfection of standards regarding definition of backbone terminology in a range of definition of a technical condition of automobile units is proved. Offered article to give branch specifications for terminology at use with reference to car systems taking into account specificity of diagnosing and repair.*