

ности (КРД и КРДС), рассчитанные на основании данных, полученных в результате упомянутых выше исследований, по формулам (2) и (4), в функции значения условного передаточного отношения гидропривода ведущих колес передней оси автомобиля i_{01} .

Анализ этих зависимостей показывает, что при движении автомобиля по горизонтальной недеформируемой дороге с заблокированной ГОТ отклонение условного передаточного отношения i_{01} передней оси от номинального значения на 3% приводит к снижению показателей эффективности (КРД и КРДС) преобразования мощности, потребляемой у двигателя автомобиля, в работу по его передвижению, на 6%.

Эти обстоятельства указывают на то, что для получения эффекта от использования системы управления ГОТ автомобиля, компенсирующей возможное рассогласование в ее работе, необходимо обеспечить в ней высокую точность в обработке управляющего сигнала, что на практике достаточно трудно. С другой стороны причиной рассогласований в работе ведущих колес многоприводной машины могут быть не только ошибки в обработке управляющих сигналов ГОТ, а и изменяющиеся условия их качения, что заранее невозможно предвидеть. Таким образом, система автоматического управления бесступенчатой интеллектуальной трансмиссией многоприводной колесной машины должна включать корректирующую систему, назначение которой состоит в компенсации возникающих в данный момент движения автомобиля рассогласований в работе его ведущих колес.

Для выявления закономерностей, которые следует положить в основу этой корректирующей системы управления ГОТ, необходимо проведение дополнительных исследований с использованием разработанной математической модели движения автомобиля.

Выводы

Таким образом, приведенные результаты математического моделирования движения трехосного полноприводного автомобиля с ГОТ ведущих колес показали, что разработанная математическая модель достаточно хорошо отражает процессы, сопровождающие движение рассматриваемого автомобиля по недеформируемому основанию. Поэтому эта разработанная модель может быть использована для проведения исследований, посвященных разработке элементов теории распределения мощности в гидрообъемной трансмиссии для системы управления полноприводным автомобилем «Гидроход-49061».

В результате математического моделирования установлено, что возникающее рассогласование в системе управления ГОТ для ведущих колес различных осей автомобиля приводит к заметному снижению энергетических показателей движения автомобиля из-за циркуляции в ней мощности. Это указывает на необходимость включения в состав системы управления ГОТ систем корректировки управляющего сигнала, компенсирующие эти рассогласования.

Литература

1. Лепешкин А.В. «Математическая модель многоприводной колесной машины в общем случае ее движения». Сборник избранных докладов 49-ой Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) России «Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров» 4-го Международного научного симпозиума, посвященного 140-летию Московского государственного технического университета «МАМИ». Книга 3, М., МГТУ «МАМИ», 2005г., с. 138-158. ISBN 5-94099-036-3.

Методология оценки безопасности автотранспортных средств по техническому уровню и сроку эксплуатации

к.т.н. Комаров В.В.
ОАО НИИАТ

В статье представлены результаты исследований в области обеспечения, оценки и контроля безопасности автотранспортных средств (АТС). Проанализированы различные подходы к определению безопасности АТС. Безопасность рассматривается как сложное свойство качества АТС. Вводится понятие стабильности

свойств и установлена его связь с безопасностью. Структурировано понятие технического уровня АТС и его влияние на безопасность. Представлена методика оценки безопасности АТС по его техническому уровню и сроку эксплуатации.

Технический уровень автотранспортных средств

Технический уровень является комплексным критерием качества автотранспортных средств (АТС). Помимо него используются уровень качества изготовления продукции и уровень качества продукции в эксплуатации.

Под техническим уровнем продукции понимается относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, с соответствующими базовыми значениями [1].

Требования к техническому уровню устанавливаются показатели качества и эксплуатационные характеристики продукции. Они должны быть сформулированы в виде четких определений, исключающих различные толкования. Номенклатура показателей технического уровня выбирается с учетом назначения и условий эксплуатации АТС, анализа требований потребителей. В систему показателей технического уровня автомобильной техники в обязательном порядке входят показатели назначения, надежности и безопасности.

Условия эксплуатации АТС характеризуются многообразием сочетаний зависимых и независимых факторов и режимов функционирования, каждому из которых соответствуют определенные показатели свойств АТС.

Показатели свойств АТС определяются при его испытаниях. Условия испытаний представляют собой ограниченное число сочетаний возможных эксплуатационных факторов. Полученные в результате испытаний показатели свойств могут использоваться только для точечной или ограниченной оценки качества АТС.

Показатели свойств, полученные при условиях испытаний, установленных нормативно-технической документацией, можно рассматривать как номинальные.

Определить характер изменения показателей свойств АТС при различных сочетаниях факторов условий эксплуатации в процессе наработки и оценить уровень качества АТС, включая его безопасность и технический уровень, можно при эксплуатационных испытаниях.

Степень изменения показателей свойств АТС в различных условиях эксплуатации в процессе наработки характеризует его эффективность.

Для количественной характеристики эффективности АТС используется понятие реализуемый показатель качества АТС [2], за который принимается среднее значение определенного показателя \bar{Y}_k за заданную наработку

$$\bar{Y}_k = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{ki}}{n_i},$$

где: $\sum_{i=1}^n Y_{ki}$ – сумма показателей качества по группам наработки;

n_i – число групп, на которые делится расчетная наработка.

При прочих равных условиях реализуемый показатель качества зависит от начального значения показателя (Y_0), интенсивности его изменения по наработке и ресурсу.

Интенсивность изменения показателя зависит от эластичности свойства, которая может характеризоваться относительным изменением показателя измерителя свойства на единицу относительного изменения времени работы или пробега АТС.

Эластичность свойства ε определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{L}{P} \cdot \frac{dP}{dL},$$

где: $P = f(L)$ – функция изменения показателя свойства по пробегу, определяемая по результатам испытаний,

L – пробег транспортного средства

Безопасность автотранспортных средств

Существуют различные толкования термина «безопасность».

В Федеральном законе «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации трактуется как состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

В [3] безопасность определяется, как отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба.

И.А. Рябинин [4] предлагает под безопасностью понимать способность системы функционировать, не переходя в опасное состояние. Понятие «опасное состояние» рассматривается им как фундаментальное и относится к состоянию системы, при котором возник ущерб.

Понятие риска трактуется Федеральным законом «О техническом регулировании» как вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда.

В других источниках риск определяется как событие или группа родственных случайных событий, наносящих ущерб объекту, обладающему данным риском [5].

Перспективным представляется подход, предложенный Е.А. Куклевым, [6,7]. Автор предлагает формализованное определение риска в виде: риск – это опасность с нечеткой мерой оценивания уровня или степени опасности или угроз риска возникновения нежелательных результатов или ущербов в опыте с нежелательными последствиями.

Степень опасности, или степень риска – это объективная мера неопределенности возникновения нежелательных последствий.

Математически категория риска описывается следующим образом:

Риск – это случайное (неопределенное) дискретное событие, наступление которого несет нежелательные последствия или ущерб.

При этом под ущербом понимается ухудшение или потеря свойств объекта [5]. Потеря свойств автотранспортного средства выражается в его разрушении, ухудшении показателей качества, потере стоимости. Ущерб может быть выражен в натуральном виде (физический) или стоимостном выражении (экономический).

Большое значение имело создание логико-вероятностных методов [4] (И.А. Рябинин) для количественного моделирования и анализа надежности структурно-сложных технических систем. Логико-вероятностные методы (ЛВМ) являются специальным разделом математики, связанным с логико-вероятностным исчислением. ЛВ-методы позволяют ранжировать элементы сложной системы по их важности.

На основе логико-вероятностного подхода создана теория ЛВ-моделирования и анализа риска с группами несовместных событий (ГНС) [8] (Е.Д. Соложенцев). Это позволило моделировать и анализировать риск в системах, элементы которых и сама система имеют несколько состояний, и применять ЛВ-модели с ГНС для количественного моделирования и анализа риска не только в технических, но также экономических и организационных системах. Состояния элементов в системах могли описываться как количественно, так и качественно. Высокая точность и робастность ЛВ-моделей риска основана на использовании подхода Байеса и хорошо организованного вероятностного полинома риска. В ЛВ-моделях риска с ГНС используются дискретные непараметрические распределения вероятностей событий-градаций в ГНС, что позволяет вести вычисления с многомерными распределениями, каждое из которых может быть разным. В ЛВ-моделях риска с ГНС зависимость и связанность переменных учитывается на основе комбинаторики («каждый с каждым») и не исполь-

зуется теория корреляции. ЛВ-модель риска с ГНС позволяет осуществлять активное сценарное управление риском. Описаны средства и содержание сценарного управления риском аварий и катастроф в сложных системах на стадиях проектирования, испытаний и эксплуатации на основе теории риска с ГНС.

В последнее время ведутся также работы по разработке разных компонент в теории управления риском: на основе активных действий, пассивного страхования и их оптимального сочетания.

Отметим также большие достижения в разработке и использовании мониторинга в управлении риском в инженерии, который позволяет принимать решения с открытыми глазами [9].

Общим для всех трактовок безопасности является ее связь с состоянием объекта. Таким образом, можно утверждать, что безопасность это динамическое состояние объекта, в нашем случае автотранспортного средства, в определенном интервале времени или пробега. Динамика изменения показателей свойств может приводить к опасным состояниям, что определяет степень риска.

Требования к показателям свойств АТС, определяющим его безопасность (тормозные свойства, управляемость и устойчивость, обзорность, содержание вредных веществ в отработавших газах двигателя, шум, прочность каркаса, травмобезопасность внутреннего оборудования и внешних выступов, защита при столкновении, приспособленность к различным климатическим условиям, освещенность и световая сигнализация и т.д.) приведены в [10].

Часть этих требований безопасности, например, Правилами №№ 10, 13, 24, 49, 51, 79, 83, 101 ЕЭК ООН [5], предписывают соответствие АТС заданным показателям при нормальных условиях эксплуатации, не смотря на вибрацию, коррозию и старение, которым они подвергаются.

В соответствии с Федеральным Законом о защите прав потребителей (ст. 7.2) изготовитель обязан обеспечивать безопасность товара в течение установленного срока службы. Если для безопасного использования товара и утилизации необходимо соблюдать специальные правила, изготовитель обязан указать эти правила в сопроводительной документации на товар, а продавец обязан довести эти правила до сведения потребителя.

Таким образом, показатели безопасности автомобиля должны оставаться в таких пределах, чтобы при его эксплуатации потребитель не подвергался не допустимому риску вреда или ущерба. В этом случае можно говорить о стабильности показателей безопасности.

Нормативная правовая база формирования технического уровня автотранспортных средств

Цель «Соглашения о принятии единообразных технических предписаний для колесных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены и/или использованы на колесных транспортных средствах, и об условиях взаимного признания официальных утверждений, выдаваемых на основе этих предписаний», заключенному в Женеве 20 марта 1958 года (Женевское соглашение 1958 года), заключается в установлении правил для колесных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены и/или использованы на колесных транспортных средствах, и условий выдачи официальных утверждений по типу конструкции и их взаимного признания для использования договаривающимися сторонами, которые решили применять правила главным образом на основе официального утверждения типа.

Правила ЕЭК ООН, прилагаемые к Соглашению 1958 года, должны охватывать следующие аспекты: технические требования и при необходимости альтернативные требования; методы испытаний, с помощью которых должны подтверждаться требования, предъявляемые к эксплуатационным характеристикам; условия предоставления официальных утверждений по типу конструкции и их взаимного признания, включая любые знаки официального утверждения и условия обеспечения соответствия продукции установленным требованиям; и дату вступления правил в силу (пункт 2 статьи 1).

Перечень принятых в рамках Женевского соглашения 1958 года Правил ЕЭК ООН, ус-

танавливающих требования к активной, пассивной и экологической безопасности АТС приведен в табл. 3.

Две третьих общего числа Правил ЕЭК ООН устанавливают требования к свойствам активной безопасности автотранспортных средств. По 19% Правил приходится на пассивную и экологическую безопасность.

В состав Административного комитета Соглашения 1958 года (АС.1) входят все договаривающиеся стороны Соглашения 1958 года. Административный комитет наблюдает за процессом разработки и изменения правил и принимает правила или поправки к правилам после их разработки.

Соглашение не исключает возможности для тех стран, предписания и правила которых соблюдаются через самосертификацию (сертификацию изготовителя), стать договаривающимися сторонами (пункт 1 статьи 1) и признает самосертификацию в качестве альтернативной процедуры официального утверждения по типу конструкции (статья 2).

В соответствии с этим Соглашением новые правила и поправки к существующим правилам принимаются голосованием большинством в две трети голосов присутствующих и участвующих в голосовании договаривающихся сторон. Принятые правила препровождаются Генеральному секретарю ООН, а затем доводятся до сведения каждой договаривающейся стороны.

Новые правила или поправки к существующим правилам вступают в силу для всех договаривающихся сторон, которые не сообщили Генеральному секретарю о своих возражениях в течение шести месяцев после уведомления, если только возражения представили не более одной трети договаривающихся сторон. Если свои возражения направили более одной трети договаривающихся сторон, то правила или поправка не вступают в силу ни для одной из договаривающихся сторон.

Договаривающаяся сторона, принявшая какие-либо прилагаемые к Соглашению правила ЕЭК, может предоставлять официальное утверждение типа предметов оборудования и частей механических транспортных средств, охватываемых данными правилами, и должна признавать официальное утверждение по типу конструкции, выданное любой другой договаривающейся стороной, которая приняла эти же правила.

В соответствии с этим Соглашением любая договаривающаяся сторона может также после необходимого уведомления начать применять уже принятые правила, прилагаемые к Соглашению, или прекратить применение правил, которые она применяла. В последнем случае эта договаривающаяся сторона должна за год заранее уведомить Генерального секретаря ООН о своем решении.

Договаривающиеся стороны, предоставляющие официальное утверждение по типу конструкции, должны обладать технической компетенцией для предоставления официальных утверждений и компетенцией для обеспечения соответствия производства. Каждая договаривающаяся сторона, применяющая правила посредством официального утверждения по типу конструкции, может отказаться предоставлять официальные утверждения, если вышеупомянутое требование не соблюдается.

Регулируя сроки введения в действие, и присоединяясь к Правилам ЕЭК ООН, Договаривающиеся стороны Женевского соглашения 1958 года управляют безопасностью и соответственно техническим уровнем автотранспортных средств. Следовательно, уровень безопасности автотранспортного средства можно оценивать, сопоставляя значения показателей, характеризующих его техническое совершенство, с соответствующими требованиями Правил ЕЭК ООН и характеристиками надежности базовых образцов.

Фактические характеристики надежности оцениваемых АТС и базовых образцов определяются в результате наблюдения (мониторинга) за их эксплуатацией.

Стабильность свойств автотранспортных средств

Под стабильностью свойства (показателя свойства) будем понимать количественную характеристику изменения во времени или по пробегу значений показателей свойства транспортного средства в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания,

хранения и транспортирования. Допустимым будем считать риск с последствиями в виде минимального вреда или ущерба.

Показатели стабильности могут определяться по результатам испытаний, предусмотренных нормативно-технической документацией, или по данным эксплуатационных испытаний. Примером первого вида испытаний могут быть испытания, предусмотренные Правилами №83 ЕЭК ООН, по проверке надежности устройств для предотвращения загрязнения воздуха. Испытания проводятся на стенде в объеме 80 тыс. км с периодическим (через 10 тыс. км) измерением уровней выбросов загрязняющих веществ.

В эксплуатационных условиях выдержать заданные показатели стабильности гораздо сложнее, однако необходимость этого, как показано выше, предписывается законодательством.

Понятие стабильности показателя предполагает оценку отклонения от некоторого заданного уровня, который назовем номинальным значением. Таким образом, номинальное значение показателя – значение показателя, установленное в конструкторской (проектной) или эксплуатационной документации, от которого отсчитывается отклонение. Допускаемым отклонением показателя будем считать отклонение фактического значения показателя свойства АТС от номинального значения, находящееся в пределах, установленных нормативной документацией и не приводящее к недопустимому риску.

Состояние АТС, при котором риск вреда или ущерба превышает допустимые пределы, назовем критическим.

Автотранспортное средство безопасно, когда оно находится в исправном или работоспособном или неработоспособном состоянии. Риск вреда или ущерба потребителю или окружающей среде может существовать только при неработоспособном состоянии АТС. Неработоспособное состояние в свою очередь является последствием отказа. Таким образом, отказ с рискованными последствиями отличается от обычного отказа тем, что вызывает не только потерю работоспособности, но и безопасного состояния. По существу все множество отказов поглощает подмножество рискованных отказов.

Причинами отказов, вызывающих потерю безопасного состояния АТС, могут быть:

- ошибки, допущенные при проектировании;
- недостатки эксплуатационной документации;
- нарушение технологии и режимов производства, технического обслуживания и ремонта автомобилей;
- нарушение правил эксплуатации;
- старение и износ деталей;
- воздействие внешних факторов, превышающих установленные эксплуатационные нормы.

Оценочные показатели стабильности свойств автотранспортных средств

Время работы АТС до критического состояния является случайной величиной. Условия эксплуатации определены нормативно-технической документацией. Однако в этих допустимых условиях свойства АТС и режимы работы изменяются случайно, что приводит к случайным моментам возникновения отказов.

Важнейшим показателем безопасности АТС является вероятность безопасной работы, который определяет вероятность того, что в пределах заданной наработки изменение показателей свойства транспортного средства не превысит допустимых пределов.

Вероятность безопасной работы $P(t)$ определяется по формуле:

$$P(t) = 1 - \frac{n(t)}{N},$$

где: N – число объектов работоспособных в начальный момент времени,

$n(t)$ – число объектов, оказавшихся в критическом состоянии за оцениваемый период времени t .

Близким к этому показателю является коэффициент безопасности, показывающий вероятность того, что в произвольный момент времени (пробега), кроме планируемых перио-

дов, в течение которых применение АТС по назначению не предусматривается, показатель свойства окажется в допустимых пределах.

Коэффициент безопасности определяется по формуле:

$$K = \frac{T_f}{T_f + T_r},$$

где: T_f – средняя наработка до критического состояния, дней;

T_r – среднее время восстановления, дней.

Устойчивость АТС к внешним воздействиям в процессе наработки можно оценить средней наработкой до критического состояния, которая определяется по формуле:

$$T_f = \frac{t}{f},$$

где: t – оцениваемый период времени (дни или тыс.км);

f – число критических состояний в течение оцениваемого периода времени.

Критерии оценки безопасности автотранспортных средств различного технического уровня и срока эксплуатации

Проведенные в данной работе структуризация технического уровня, как критерия качества АТС, и анализ форм и механизмов разработки и реализации требований к техническому уровню позволяют сделать вывод о возможности использования этого критерия для оценки рисков аварийных ситуаций. Разработана методика, позволяющая оценить риск попадания АТС в аварийную ситуацию и тяжесть последствий дорожно-транспортного происшествия в зависимости от технического уровня и возраста парка.

Оценка риска попадания АТС различного технического уровня и срока эксплуатации в аварийную ситуацию

В качестве оценки риска предлагается следующий критерий

$$K_{ac} = K_{a\bar{b}} K_n$$

где: K_{ac} – критерий риска попадания АТС различного технического уровня и срока эксплуатации в аварийную ситуацию;

$K_{a\bar{b}}$ – показатель технического уровня АТС, характеризующий свойства активной безопасности.

$$K_{a\bar{b}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{ai}}{\sum_{i=1}^m A_{bi}}$$

где: n – количество Правил ЕЭК ООН по активной безопасности, требования которых использовались при сертификации АТС;

m – количество Правил ЕЭК ООН по активной безопасности, действующих на момент оценки безопасности АТС;

A_{ai} – номер серии поправок i -го Правила ЕЭК ООН по активной безопасности, требования которого использовались при сертификации АТС;

A_{bi} – номер серии поправок i -го Правила ЕЭК ООН по активной безопасности, действующей на момент оценки безопасности АТС.

$K_{a\bar{b}}$ можно определять по возрастным категориям автомобилей: 15-10 лет, 10-5 лет, 5-3 года, 3-0 лет.

K_n – показатель качества, характеризующий надежность АТС

$$K_n = \frac{L_a}{L_b}$$

где: L_a – наработка на отказ (тыс. км) автомобиля по агрегатам и системам, обеспечивающим активную безопасность на момент оценки;

L_b – наработка на отказ (тыс.км) нового автомобиля (в интервале пробега 0-60 тыс.км) по агрегатам и системам активной безопасности.

Оценка тяжести последствий ДТП для автомобилей различного технического уровня и срока эксплуатации

$$K_T = K_{ac} K_{пб}$$

где: K_m – критерий тяжести последствий ДТП,

$K_{пб}$ – показатель технического уровня АТС, характеризующий свойства пассивной безопасности.

$$K_{пб} = \frac{\sum_{i=1}^k X_{ai}}{\sum_{i=1}^l X_{bi}}$$

k – количество Правил ЕЭК ООН по пассивной безопасности, требования которых использовались при сертификации АТС;

l – количество Правил ЕЭК ООН по пассивной безопасности, действующих на момент оценки безопасности АТС;

X_{ai} – номер серии поправок i -го Правила ЕЭК ООН по пассивной безопасности, требования которого использовались при сертификации АТС;

X_{bi} – номер серии поправок i -го Правила ЕЭК ООН по активной безопасности, действующей на момент оценки безопасности АТС.

Обеспечение, оценка и контроль безопасности автотранспортных средств

Обеспечение безопасности автотранспортных средств комплекс взаимосвязанных мероприятий, необходимых для создания условий, при которых на всех стадиях жизненного цикла автотранспортного средства отсутствует недопустимый риск вреда или ущерба.

Показатели стабильности свойств безопасности закладываются при проектировании и изготовлении АТС. Оценка фактических показателей и критических состояний АТС с заданной точностью и достоверностью должна производиться изготовителем или проектировщиком на стадии испытаний опытных образцов. Результаты испытаний, назовем их определяющими, вносятся в конструкторскую (проектную) документацию. Контроль соответствия показателей стабильности требованиям конструкторской (проектной) или иной нормативной документации проводится изготовителем на стадии серийного производства. Результаты контроля могут использоваться при обязательном подтверждении соответствия АТС.

Контроль соответствия показателей стабильности может производиться по методикам, установленным в конструкторской или иной нормативной документацией (например, Правила №№ 13, 51, 83 ЕЭК ООН). Однако, как уже отмечалось выше, для оценки безопасности АТС этого условия недостаточно. Необходимые широкие эксплуатационные испытания на стадии испытаний опытных образцов и постоянный мониторинг безопасности АТС в эксплуатации на протяжении его жизненного цикла. Подобный контроль стабильности показателей, оцениваемых при обязательном подтверждении соответствия, может проводиться как изготовителем, так и аккредитованными органами по сертификации.

Литература

1. РД 50-149-79 Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции.
2. Техническая эксплуатация автомобилей/Е.С.Кузнецов, А.П.Болдин, В.М.Власов и др.- М.:Наука, 2004. 535 с.
3. ISO/IEC Guide 2: 1996 Standardization and related activities – General Vocabulary, p.9.
4. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем – СПб.: Политехника, 2000.-248 с.
5. Хохлов Н.В. Управление риском – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2001.-239 с.
6. Куклев Е.А. Оценивание рисков на основе цепей случайных событий/Наука и техника на транспорте – М.:РАТИ, 2003.
7. Куклев Е.А. Модели рисков катастроф, как маловероятных событий в системах с дискретными состояниями//Сборник трудов международной конференции «Системный анализ и

системное моделирование» – СПб.: ЛЭТИ, 2003.

8. Соложенцев Е.Д., Карасев В.В. Идентификация логико-вероятностных моделей риска структурно-сложных систем с группами несовместных событий//Автоматика и телемеханика, 2002.№3. С. 97-113.
9. Краснов О.В. Безопасность эксплуатации сложных технических систем. СПб.: ВИКУ им. А.Ф. Можайского, 2002 .
10. Статус Соглашения, прилагаемых к нему Правил и поправок к ним /Всемирный форум для согласования правил в области транспортных средств /ECE /TRANS /WP.29 /343.

Проблемы идентификации опасностей при проектировании автотранспортных средств

к.т.н. Комаров В.В.
ОАО НИИАТ

В статье представлены результаты анализа проблем идентификации опасностей при проектировании автотранспортных средств (АТС). Проанализированы различные подходы к выявлению опасностей, возникающих при эксплуатации АТС. Рассмотрены проблемы формирования перечня функциональных отказов и оценки его полноты. Сформулирована гипотеза, позволяющая разработать новый метод определения перечня функциональных отказов, и повысить уровень обоснованности системы обеспечения безопасности АТС.

Исследования показывают, что почти 80% расходов приходится на разработку продукции, и такой же процент возможных дефектов закладывается на этой стадии ее жизненного цикла. Стоимость и качество продукции существенным образом формируются на стадии макетного образца.

Определение потенциальных опасностей на стадии проектирования является существенным требованием создания безопасной конструкции. Для этого в настоящее время в промышленности используются методы анализа видов и последствий потенциальных отказов (FMEA) [1], анализ дерева отказов, анализ видов, последствий и критичности отказов (FMESCA) и предшествующие знания и опыт. Эти методы требуют от конструктора широких знаний о часто возникающих опасностях и их взаимосвязи. Если имеющаяся информация или опыт не позволяют предвидеть все практически возможные опасности или отказы, то названные методы не могут эффективно использоваться.

Как правило, на стадии проектирования точные величины показателей неизвестны и конструкторам приходится оперировать прогнозируемыми величинами. Составление прогноза сопровождается оценкой неопределенностей. На этой стадии возникает задача выбора меры неопределенности. Часто используемой мерой является вероятность событий.

Определение вероятностей зависит от имеющейся информации и знаний об объекте. Системный анализ и моделирование могут расширить знания об объекте и, следовательно, уменьшить неопределенность. Однако, так происходит не всегда. В некоторых случаях анализ и моделирование могут увеличить неопределенность значений показателей. Представим ситуацию, когда в начале предполагается использование определенной системы, элемента, материала и т.п. При более детальном анализе выясняется, что возможны и другие варианты. В результате прогнозирование поведения продукции становится более неопределенным.

Большинство методов, позволяющих увеличить эффективность определения опасностей и мер по их предотвращению, основаны на методе функциональных отказов. При таком подходе опасности определяются в результате анализа функционирования продукции в сфере обращения или эксплуатации.

Стандартизация терминологии в области функционирования продукции необходимая для ведения конструкторской документации была и остается важным направлением исследований. В основу настоящей работы положена взаимосвязь отказов с абстрактными функциями продукции.