

демпфера менее 1000 Нм/рад (рисунок 3), то наименьшие амплитуды крутильных колебаний на первичном валу коробки передач возникают при соотношении моментов инерции ведущей и ведомой частот маховика 30/70.

### Литература

1. Соломатин Н.С. Снижения уровня крутильных колебаний в трансмиссии автомобиля применением демпфера с нелинейной характеристикой // дисс. канд. техн. наук. - М.: МАМИ, 1987 г.- 180 стр.
2. Соломатин Н.С., Заморин А.Г., Зотов Е.М. Аппроксимация частичных скоростных характеристик двигателя внутреннего сгорания. Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. - М.: МГТУ «МАМИ» № 1(7), 2009, с. 68-71.

### **Модель управления устойчивостью автотранспортных систем**

к.т.н. Комаров В.В.  
ОАО «НИИАТ»

*Аннотация.* Основу рассматриваемой работы составляют базовые положения теории рисков и процедуры экспертного анализа и оценки негативных последствий от проявления факторов опасности в автотранспортных системах на основе матриц оценки значимости рисков [1].

*Ключевые слова:* устойчивость автотранспортных систем, критерии устойчивости транспортной деятельности, модель управления устойчивостью

### Введение

Согласно Транспортной стратегии Российской Федерации главной целью функционирования и развития автотранспортного комплекса является обеспечение экономического роста, повышение качества жизни и других национальных интересов. Сложившаяся практика в отрасли показывает, что чаще всего критерием эффективности функционирования различных транспортных систем и их подсистем служат максимум прибыли и расширение масштабов бизнеса, а не сбалансированность и устойчивость среды обитания на основе приоритетов функциональности, ресурсосбережения, экологичности и безопасности. В результате – проявление системных отрицательных последствий: увеличение количества ДТП и пострадавших в них, рост потребления невозобновляемых ресурсов и вредных выбросов и бесконтрольных не утилизируемых отходов от предприятий, увеличение ущерба от этих воздействий и, соответственно, рост затрат на содержание и развитие объектов автотранспортной инфраструктуры.

Критерии устойчивости транспортной деятельности апробированы в целом ряде стран. В большинстве случаев они связаны с улучшением качества жизни населения, включая обеспечение доступности услуг и их качество, без нанесения вреда здоровью людей и окружающей среде. Таким образом, в устойчивой автотранспортной системе вероятность реализации известных угроз и появление новых ниже допустимого уровня.

С этих позиций постановка современных функциональных задач устойчивого развития автотранспортных систем в условиях структурных преобразований экономики, в т.ч. и в чрезвычайных и кризисных ситуациях, должна производиться с позиций безопасности. Достижение показателей энергоэффективности, дорожной, экологической и экономической безопасности с целью повышения качества жизни населения становится главной организационной целью функционирования автотранспортной системы и рассматривается как непрерывный процесс управления рисками и техническим уровнем транспортных средств.

Основу рассматриваемой работы составляют базовые положения теории рисков и процедуры экспертного анализа и оценки негативных последствий от проявления факторов опасности в автотранспортных системах на основе матриц оценки значимости рисков [1].

### **Схема прогнозирования риска аварий и катастроф на основе единого подхода оценки безопасности структурно сложных систем**

Принято выделять три категории опасности или важности объектов в зависимости от величины возможного ущерба, возникающего при поражении объекта с последствиями  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  заданной категории:  $\varphi_1$  - малый ущерб;  $\varphi_2$  - средний ущерб;  $\varphi_3$  - значительный ущерб.

Категорирование уровня (или категория) возможной угрозы может иметь вид:

$\psi_1$  - слабая угроза (информация неопределённая);

$\psi_2$  - средняя угроза (превышение скорости на поворотах);

$\psi_3$  - сильная угроза (возможны внезапные разрушения шин большегрузных автомобилей и выезд на встречную полосу).

В связи с этим вводится новое понятие обобщённой категории опасности объекта с учётом некоторой степени воздействия со стороны внешней среды. Всего получается 9 комбинаций признаков обобщённой категории опасности, что удобно представлять в виде матрицы экспертного оценивания обобщённых категорий опасности объектов (или систем транспорта) в виде элементов множества декартова произведения пространств дискретных состояний системы:

$$z_{ij} = (\varphi_i, \psi_j) \in Z = \{z_{ij} | i, j\} = \{K_1, K_2, \dots, K_9\}.$$

Для простоты элементы матрицы можно пронумеровать по последовательной схеме.

В данной матрице следует принять, что каждая клетка означает событие при введённых признаках объекта и угрозы. Хотя необходимо иметь в виду, что фактическая мера возможности возникновения опасности или риска может быть самой разной, например, по вероятности в диапазоне  $[0, 1]$ .

### **Схема решения задачи по оценке безопасности автотранспортных систем**

Принимаются следующие основные положения сформулированной проблемы:

- использование определений риска, включающих понятия вида фактический риск, текущий риск, прогнозируемый риск, приемлемый (допустимый) риск, расчётный риск;
- признание положения, что катастрофы (и серьёзные происшествия) являются редкими событиями с вероятностью появления "почти ноль", число факторов велико, информация о причинах катастроф появляется со случайным временем ожидания катастрофы;
- переход к новой концепции обеспечения безопасности автотранспортных систем на основе определения безопасности по [6] и соответствующих математических моделей рисков;
- методическую основу расчётных технологий и процедур оценивания рисков и схемы выбора приемлемого риска могут составлять элементы следующего вида - цепи, события в рискованных ситуациях, рискованные события, взвешивание рисков, управление риском, цель управления, достижение приемлемого риска, предупреждение катастроф, аварий с учётом расчётного (потенциального) риска, предотвращение аварий на основе оценок риска и управления рисками.

### **Методические положения**

**Группа I – опасности и возникновение рискованных ситуаций в автотранспортных системах:**

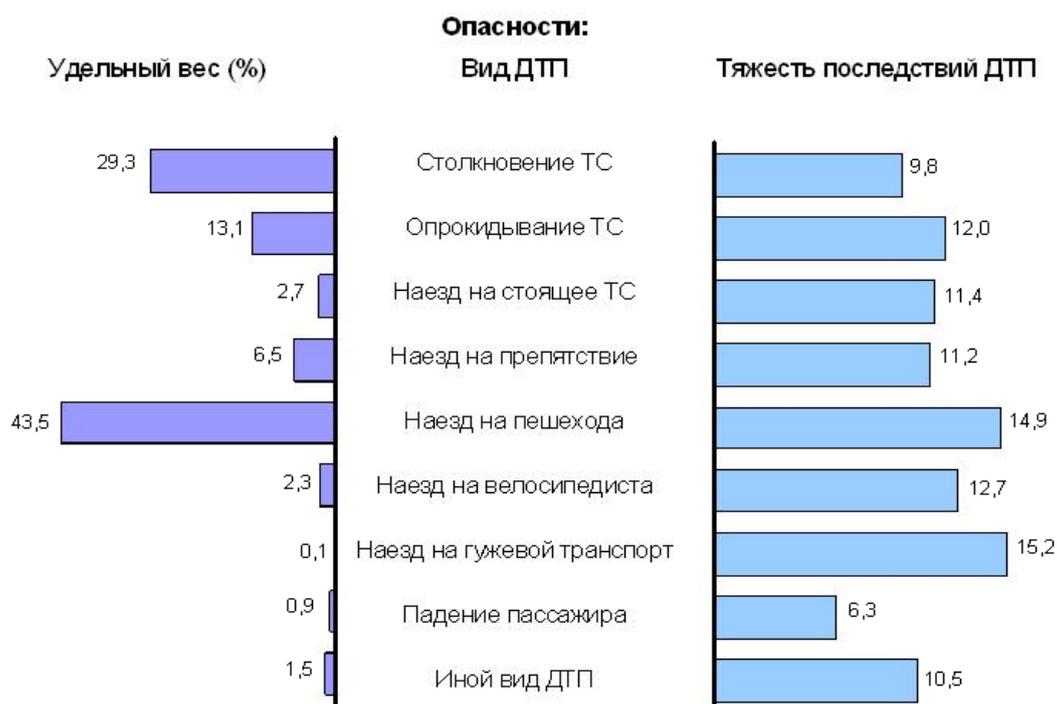
1. Угроза - источник опасности с определёнными факторами воздействия на АТС и состояние автотранспортной системы. Реализация угрозы приводит к возникновению опасной (аварийной) ситуации. Перечень угроз при дорожном движении представлен на рисунке 1.
2. Опасность – состояние системы, возникающее при проявлении (возникновении) факторов, которые могут привести к негативным (нежелательным) последствиям. Перечень опасностей при дорожном движении представлен на рисунке 2.
3. Уровень безопасности определяется путём сравнения значений возможного риска возникновения нежелательных последствий с уровнем приемлемого риска при конкретном виде опасности (и факторе) при заданной (выявленной) угрозе.
4. Значимость уровня расчётного риска определяется экспертным путём с помощью матриц анализа (оценивания) рисков.



**Рисунок 1 – Угрозы и удельный вес их реализации**

**Группа II – повышение безопасности автотранспортных систем на основе управления рисками:**

1. Риск или величина риска является мерой количества опасности (или значимости опасности), зависящей от частоты возникновения конкретных (выявленных) угроз движению АТС по определённому фактору и по определённой опасности с учётом тяжести возможных последствий.
2. Оценка значимости риска нежелательных последствий прогнозируемых результатов эксплуатации на основе проактивного метода определяется с помощью матрицы рисков в виде единственного определённого числа или индекса, отражающего экспертное значение комбинации или сочетания чисел, дающих частоты повторения и тяжести последствий или ущербов от прогнозируемых результатов для заданных факторов и выявленных угроз.

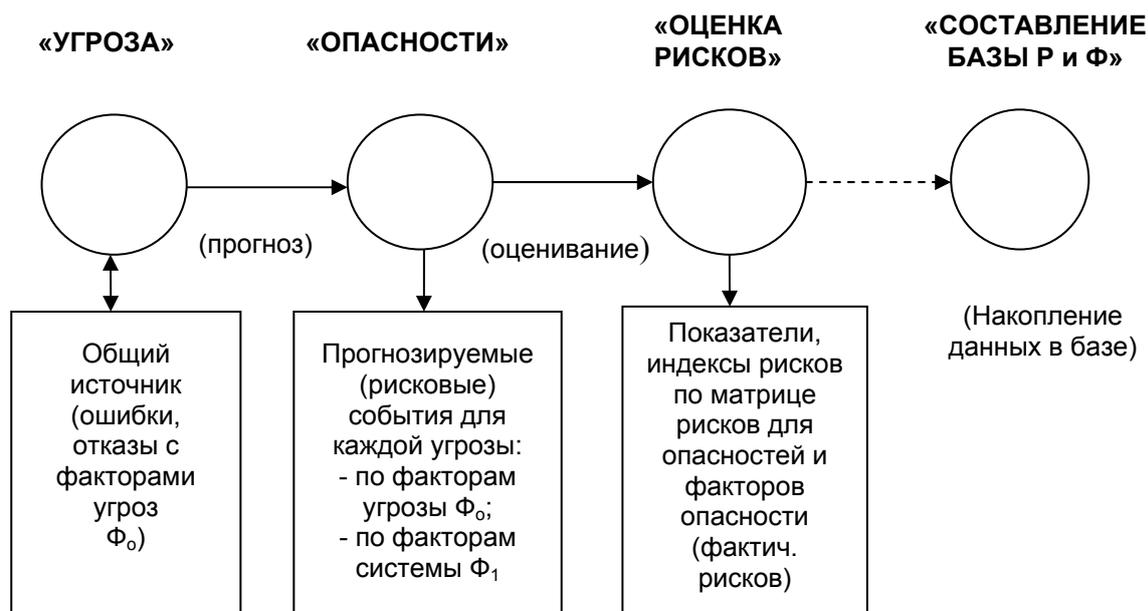


**Рисунок 2 – Опасности и тяжесть их последствий**

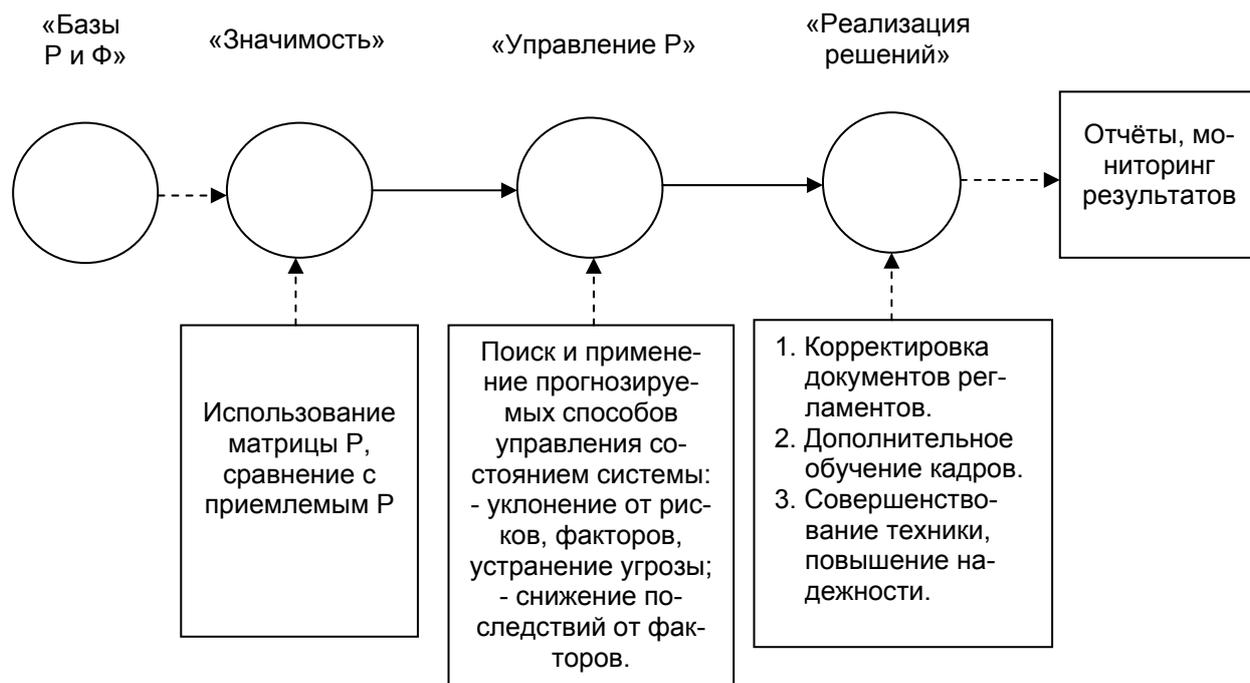
3. Приемлемость расчётного проактивного риска находится путём сравнения его с допустимым (стандартным) уровнем риска. Величины расчётного (прогнозируемого) и допустимого (приемлемого) рисков используются для выработки управляющих воздействий на систему с целью снижения расчётного (прогнозируемого) риска и обеспечения повышения уровня ее безопасности.
4. Управление риском и управление безопасностью осуществляется путём воздействия на систему через факторы, влияющие на состояние системы и условия возникновения опасных событий в системе, позволяющих снизить прогнозируемые значения рисков, превышающих стандартные уровни с помощью процедур управления автотранспортными системами и эксплуатации, повышения квалификации водителей (операторов автотранспортных систем), повышения надёжности автомобильной техники, агрегатов и узлов, улучшения управления системой при конкретных видах опасности и факторов опасности и при выявленных (обнаруженных проактивно) угрозах (источниках опасности).
5. Пути снижения рисков, основанных на управлении состоянием автотранспортной системы способом уклонения от факторов опасности (от источников опасности или исключения источников опасности).

**Группа III – взаимосвязь характеристик проактивного и активного методов оценивания значимости опасностей и рисков для базы факторов и списка опасностей в конкретной автотранспортной системе:**

1. Проактивный метод управления безопасностью на основе управления рисками является основным для повышения уровня безопасности в автопредприятии на основе предупреждения возможных дорожно-транспортных происшествий и серьёзных инцидентов путём прогнозирования заранее – априорно (проактивно) возможных негативных последствий от каждого выявленного (проактивно или активно) опасного фактора и соответствующего источника опасности (угрозы).
2. Активный метод управления рисками и безопасностью АТС применяется при расследовании ДТП для выявления скрытых или неизвестных и необнаруженных угроз (источников опасности) и для подтверждения и проверки экспертных предположений, принимаемых при проактивных методах идентификации рисков.



**Фаза I – Идентификация угроз и рисков**



**Фаза 2 – Управление безопасностью автотранспортных систем на основе управления рисками**

**Рисунок 3 – Основная цепь управления безопасностью автотранспортных систем на основе управления рисками**

Цепь управления безопасностью автотранспортных систем путём управления рисками представлена на рисунке 3.

**Концепция управления безопасностью автотранспортных систем на основе математических моделей рисков**

Рассматривается возможность интерпретации процессов управления рисками в рамках понятий классической теории управления процессами и системами. Определения "управление безопасностью автотранспортных систем" и "управление риском" логически взаимно связаны, т.к. без понятия «риска» управление безопасностью трудно согласовать с положениями теории управления системами.

Основу концепции управления безопасностью автотранспортных систем составляет методика управления рисками, в которой предусматриваются этапы:

- а) проактивное или априорное оценивание величины риска по показателю степени риска с постоянным ущербом (для случаев катастроф);
- б) активное или апостериорное оценивание при поиске источников опасности (угроз).

Следует признать, что управление рисками - это инструмент первого процесса на этапе проактивного воздействия на возможное состояние системы обеспечения безопасности автотранспортного комплекса.

В связи с этим, на основании моделей рисков, разработанных в [1] и определения безопасности по [6], вводится понятие приемлемого риска  $R^*$  (меры по шкале матрицы рисков), также оценивается и расчетный риск  $R^{**}$  для рассматриваемой опасности в автотранспортной системе при конкретной и обнаруженной угрозе по выделенным, например, факторам  $\Psi_1$  и  $\Psi_2$ . Далее, как и в теории управления, составляется невязка рисков  $\Delta (R^*, R^{**})$ , зависящая от факторов  $\Psi_1$  и  $\Psi_2$ :

$$\Delta (R^*, R^{**}) = R^* - R^{**} = f(\Psi_1, \Psi_2).$$

На основе невязки можно назначить проактивно управляющие воздействия  $m_i$  на систему и снизить риск. На активной фазе это позволяет уклоняться от опасных факторов (не принимать рисков или снижать тяжесть последствий от проявления опасного фактора):

$$\Delta_1 (R^*, R^{**}) < 0 \rightarrow (m_i) \rightarrow \Delta_2 (R^*, R^{**}) > 0.$$

Практически управление рисками сводится к управлению процессами или событиями при возникновении ситуаций или сценариев событий, ведущих к возникновению катастроф, дорожно-транспортных происшествий, предпосылок к ДТП и инцидентам.

### **Информационное обеспечение безопасности транспортных средств**

Транспортное средство на всех стадиях жизненного цикла должно иметь обязательную информацию о его безопасности.

К обязательной информации в части безопасности транспортного средства относятся следующие сведения:

- правила и условия безопасной эксплуатации транспортного средства;
- возможные вредные воздействия транспортного средства на человека, имущество и окружающую природную среду при его неправильном применении;
- характеристика параметров (показателей), оказывающих влияние на безопасность транспортного средства;
- сведения о нормативных документах (с указанием их названия или номера и года введения в действие), требованиям которых должно удовлетворять данное транспортное средство по критериям безопасности;
- срок службы транспортного средства и его составных частей в случае, когда он установлен нормативным документом, до предельного состояния, по истечении которого их использование по назначению представляет опасность;
- требования по утилизации (уничтожению);
- сведения о подтверждении соответствия.

### **Общие требования к безопасности транспортных средств**

Транспортные средства должны быть сконструированы таким образом, чтобы они были пригодны к выполнению своих функций и могли быть отрегулированы и обслужены без всякого риска для персонала, если эти операции проводятся в режиме, установленном изготовителем.

Целью принимаемых мер должна быть ликвидация любого риска несчастных случаев в течение ожидаемого срока службы транспортных средств, включая их сборку и разборку, даже если риски аварий возникают вследствие предвидимых аномальных ситуаций.

Если конструктивных мероприятий недостаточно для обеспечения безопасности или их применение может сделать изделие непригодным для применения, то изготовитель (разработчик) должен предусмотреть средства защиты, независимые от данного изделия.

Если вышеназванных мероприятий недостаточно, то должна вводиться система предупреждающего информирования пользователей о возможных вредных воздействиях, а также должен устанавливаться, при необходимости, состав требований к специальной подготовке (квалификации) и обучению обслуживающего персонала.

При необходимости изготовитель (разработчик) должен предусмотреть дополнительные устройства, сигнализирующие о выходе параметров транспортного средства, связанных с безопасностью, за установленные границы.

Материалы и вещества, используемые при конструировании транспортных средств, не должны подвергаться вредному воздействию здоровью обслуживающего персонала и окружающую природную среду.

### **Основные требования к обеспечению безопасности транспортных средств на стадии изготовления**

Изготовитель обязан принимать от разработчика документацию на новые изделия только при ее соответствии требованиям нормативных документов в области безопасности.

Параметры ТС, влияющие на безопасность, подлежат обязательной проверке изготовителем и органами надзора при проведении приемосдаточных, периодических и контрольных испытаний.

Выпускаемые транспортные средства, их составные части и предметы оборудования должны соответствовать официально утвержденному типу и требованиям нормативных документов, используемых при подтверждении соответствия.

Для каждого утвержденного типа транспортного средства в системе качества предприятия-изготовителя должны быть предусмотрены документированные процедуры периодических проверок или испытаний по оценке соответствия выпускаемой продукции требованиям нормативных документов, используемых при подтверждении соответствия.

Для выполнения этого требования изготовитель должен:

- обеспечить наличие процедур эффективного контроля соответствия транспортных средств официально утвержденному типу;
- иметь доступ к необходимому контрольному оборудованию для проверки соответствия каждого официально утвержденного типа;
- обеспечить регистрацию и хранение данных о результатах испытаний;
- анализировать результаты испытаний и принимать меры по поддержанию стабильности характеристик продукции;
- обеспечить проверку всех официально утвержденных типов транспортных средств;
- обеспечить в случае обнаружения несоответствия производства на любой выборке продукции, проведение новых испытаний и принятие необходимых мер для восстановления соответствия производства.

### **Заключение**

Сформулированные рекомендации по оценке безопасности и модели рисков могут найти применение в автотранспортном комплексе в следующих практических случаях:

- для обнаружения опасных сочетаний факторов риска при оценивании безопасности эксплуатации высоконадежных систем;
- при обосновании эксплуатационных требований по безопасности к конструкциям автомобилей и системам, при оценивании приспособленности АТС к условиям эксплуатации.

### **Список литературы**

1. Комаров В.В. Методические основы оценки безопасности автотранспортных средств с помощью моделей рисков «катастроф» [Текст]/ В.В. Комаров, Е.А. Куклев // Автомобильная промышленность. - 2008. -№ 5. - С.26-29.
2. Комаров В.В. Методология оценки безопасности автотранспортных средств по техническому уровню и сроку эксплуатации [Текст]/В.В. Комаров//Известия МГТУ «МАМИ». – 2007. - № 2(4).- С.114-122.
3. Комаров В.В. Интегральные критерии безопасности автотранспортных средств [Текст]/ В.В. Комаров // Автотранспортное предприятие. -2007.- № 12. С.46-48.
4. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем [Текст]/ И.А. Рябинин -СПб.:Политехника, 2000.-248 с.
5. Куклев Е.А. Оценивание рисков на основе цепей случайных событий [Текст]/ Е.А. Куклев - М.:РАТИ, 2003.- Серия «Наука и техника».
6. ISO/IEC Guide 2: 1996 Standardization and related activities. General Vocabulary, p.9.
7. Малинецкий Г.Г. Управление риском. Риск. Устойчивое развитие. Синергетика [Текст]/ Г.Г. Малинецкий, В.В. Кульба, С.А. Косяченко, М.Г. Шнирман - М.: Наука, 2000,- 431с.- Серия «Кибернетика», РАН.
8. Хэнли Э. Надежность технических систем и оценка риска [Текст]: пер. с англ./ Э. Дж. Хэнли, Х. Кумамото. – Машиностроение, М.: 1984. -526 с.

### **Исследование кинетического механизма окисления азота в автомобильном двигателе с послойным смесеобразованием**

д.т.н. проф. Фомин В.М., Платунов А.С.  
МГТУ «МАМИ»  
8 (495) 369-90-48, mixalichDM@mail.ru

*Аннотация.* Предлагается методика расчета, которая позволяет определить локальные образования оксидов азота в камере сгорания автомобильного бензино-