

УДК 006.845.6.029

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

А.Н. ВОРОНИН, канд. техн. наук, доц. В.К. ЛИПСКИЙ

(Полоцкий государственный университет);

д-р техн. наук, доц. П.С. СЕРЕНКОВ

(Белорусский национальный технический университет, Минск)

Предложена концепция совершенствования системы оценки безопасности в области магистрального трубопроводного транспорта при техническом регулировании. При разработке технических нормативных правовых актов дополнительным элементом в системе оценки безопасности может выступать принцип системного и процессного подходов, реализация которых заключается в построении средствами методологии функционального моделирования модели деятельности производственного объекта. В процессе количественной оценки опасностей применительно к моделям предлагается использовать методику анализа видов и последствий дефектов, основанную на балльных оценках. Модель сети процессов как модель структуры потенциальных источников опасностей и построенная на ее основе модель количественных оценок риска проявления опасностей позволяют управлять системой обеспечения безопасности в области магистрального трубопроводного транспорта, основываясь не на прошлом опыте, а заранее обеспечивая возможность планирования, обеспечения, управления и корректирования безопасности.

Введение. Стандартизация и техническое нормирование являются важными факторами успешного развития международных торгово-экономических отношений, поэтому для расширения интеграции Республики Беларусь в мировую экономическую систему необходимо адаптировать национальную систему технического регулирования к требованиям, предъявляемым мировым сообществом в этой области.

Важным шагом на пути к решению этой задачи явилось принятие Закона Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» от 05.01.2004 г. № 262-3 (далее Закон) [1], отвечающего современным требованиям, предъявляемым мировым сообществом в области технического регулирования. Реализация этого Закона должна обеспечить переход на новую систему технического нормирования и стандартизации, направленную на разработку законодательной базы с учетом требований безопасности, т.е. «защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды» [1]. Это влечёт за собой необходимость выявления и оценки всех опасностей, свойственных продукции и процессам ее жизненного цикла [1, 2], а также сфере оказания услуг, что обуславливает необходимость разработки научно-методологических основ оценки безопасности при техническом нормировании.

Постановка задачи. В Законе [1] отражены положения, связанные с государственным регулированием в области технического нормирования и стандартизации, разработкой и требованиями к техническим нормативным правовым актам (ТНПА), при этом техническое нормирование должно осуществляться с позиций обеспечения безопасности. После принятия Закона выделение обязательных для соблюдения требований безопасности к продукции, процессам жизненного цикла продукции и услуг является одним из главных аспектов разработки ТНПА.

Предписывая исполнение требований безопасности в новом контексте законодательной сферы, Закон предусматривает разработку новых видов ТНПА. Иерархически высшую ступень в перечне видов ТНПА занимает технический регламент, являющийся в международной практике основной правовой формой установления обязательных технических требований. В техническом регламенте устанавливаются все виды рисков, защиту от которых необходимо предусмотреть. Это касается безопасности продукции, защиты работников, потребителей и др., т.е. требует системного подхода к проблеме выявления опасностей.

Одним из основных принципов Закона является «обязательность применения технических регламентов» (ст. 4). Обязательный для исполнения технический регламент должен концентрировать в едином документе требования по безопасности, которые в настоящее время установлены в различных видах существующих нормативно-технических документов.

Для того чтобы можно было осуществить разработку требований безопасности, которые должны быть сконцентрированы в едином документе, необходимо разработать соответствующую методологию оценки безопасности продукции, процессов жизненного цикла продукции и услуг с учетом выделения максимально полного перечня возможных опасностей.

Опасность как понятие рассматривается во многих областях практической деятельности человека, поэтому существует значительное количество её разновидностей. Например, в Рекомендациях по разра-

ботке технических регламентов [3] предусмотрен перечень, состоящий из 11 видов опасностей, которые необходимо учесть при рассмотрении объектов технического нормирования и стандартизации: опасность от излучения; биологическая опасность; химическая опасность; промышленная опасность и др.

При функционировании магистрального трубопроводного транспорта проявляется сравнительно небольшое количество опасностей, но в аварийных ситуациях положение меняется, и самой существенной с точки зрения масштабов последствий и тяжести их устранения является промышленная опасность.

Промышленная опасность на объектах магистрального трубопроводного транспорта влечёт за собой проявление одновременно нескольких видов опасностей. Этот факт наглядно подтверждают реальные аварии на объектах магистрального трубопроводного транспорта, сопровождавшиеся крупной эмиссией опасных веществ, приведшие к значительному экологическому и экономическому ущербам [4].

Совершенствование системы оценки безопасности и ее использование на предприятиях магистрального трубопроводного транспорта является многофакторной задачей с множеством входных и выходных параметров как количественной, так и качественной природы. Основным инструментом решения этой задачи на сегодняшний день являются методы риска-анализа [3]. Процедура анализа риска включает следующие основные этапы: идентификацию опасностей, оценку риска, разработку рекомендаций по уменьшению риска [3, 5].

Первоначальным и ответственным этапом анализа риска является идентификация опасностей. Существующим методам идентификации присуща большая доля субъективизма, при этом невыявленные на этапе проведения процедуры идентификации опасности в дальнейшем, естественно, не подлежат рассмотрению и учёту. Выявление и описание всех опасностей и их источников является важнейшей задачей совершенствования процедуры идентификации опасностей.

В области магистрального трубопроводного транспорта при идентификации опасностей находит применение подход, при котором рассматриваются опасные производственные объекты – элементы, технические устройства, технологические блоки, содержащие большие количества опасных веществ [6]. Такой подход можно назвать *объектным подходом*, а ориентация на него не всегда может предоставить полный перечень опасностей, присущих объектам магистрального трубопроводного транспорта. Нужно подчеркнуть, что в отрасли магистрального трубопроводного транспорта опасности могут возникать на стадиях проектирования, сооружения, эксплуатации и ликвидации. На каждой из этих стадий может происходить накопление опасностей от одного процесса к последующему. Применительно к рассматриваемым объектам проводится процедура анализа риска. При таком подходе не всегда могут быть выявлены и учтены максимально полные перечни опасных факторов, влияющих на возникновение опасностей. Это связано и с тем, что существующая практика оценки безопасности в области магистрального трубопроводного транспорта базируется на подходах, использующих принцип обратной связи, при котором деятельность, направленная на снижение вероятности появления опасности либо уменьшение размеров негативных последствий их проявления, основывается, как правило, на учёте прошлого опыта – уже произошедших аварийных ситуаций.

В то же время в постоянно изменяющейся среде любое предприятие, в том числе предприятие магистрального трубопроводного транспорта, представляет собой комплексную динамичную систему, которая состоит из элементов различной природы, представляющих материальные ресурсы и информационные потоки, что не полностью учитывается при оценке безопасности в области магистрального трубопроводного транспорта. Это влечет за собой необходимость во внедрении в систему оценки безопасности подходов, которые бы обеспечивали учёт этого обстоятельства.

Из этого следует, что при создании научно-методологических основ системы оценки безопасности при техническом нормировании одной из задач является выработка стратегии, которая бы позволяла выявлять исчерпывающие перечни опасных факторов, приводящих к возникновению опасностей, работала до того момента, как опасность возникнет, и могла рассматривать предприятие магистрального трубопроводного транспорта как систему.

Системный и процессный подходы при идентификации опасностей. Реализация такой стратегии возможна на основе создания системы оценки безопасности, применяющей системный и процессный подходы.

Системный подход может быть описан как «идентификация, понимание и управление взаимосвязанными процессами как системой...» [7]. Системный подход может использоваться в управлении предприятием и других сферах деятельности [8]. В результате применения системного подхода можно выделить основные процессы, которые будут способствовать наилучшему достижению желаемых результатов.

Суть процессного подхода заключается в «систематической идентификации и менеджменте применяемых организацией процессов и прежде всего обеспечении их взаимодействия» [9]. Процессный подход нашёл эффективное применение в методологии структурного анализа и при реинжиниринге деловых процессов [10, 11].

Одновременное применение процессного и системного подходов можно увидеть в стандартах ИСО серии 9000, в которых эти подходы методически глубоко проработаны. Примером могут служить использование принципов, заложенных в данную систему менеджмента качества, в системе управления охраной труда – СТБ 18000 [12], системе управления окружающей средой – СТБ ИСО 14000 [13], российской системе менеджмента безопасности пищевой продукции – ГОСТ Р ИСО 22000 [14], российской системе менеджмента качества в автомобилестроении – ГОСТ Р 51814 [15].

Целесообразность и рациональность использования системного и процессного подходов, заимствованных из международных стандартов и доказавших свою значимость при оценке безопасности в сфере магистрального трубопроводного транспорта, обусловлены следующим:

- во-первых, зарождение опасностей происходит при выполнении какого-либо вида работ, т.е. в процессах, а проявление опасностей связано уже с производственными объектами (объектный подход), например, в виде нерегламентированных эмиссий вредных веществ и излучений, а также быстротечных выделений большого количества энергии (аварий). Следовательно, чтобы получить возможность полнее выявлять зарождение опасностей при функционировании объектов магистрального трубопроводного транспорта и снижать вероятность их возникновения, в процедурах выявления и оценки опасностей необходимо наряду с объектным использовать также системный и процессный подходы;

- во-вторых, понятие безопасности является структурным элементом более многогранного и всеобъемлющего понятия качества [16], поэтому в подходах, применяемых в разработанных системах менеджмента качества, уже заложена некоторая доля адаптированности к системе безопасности.

Таким образом, предприятие магистрального трубопроводного транспорта, функционирующее в постоянно изменяющейся среде, является комплексным динамичным объектом и представляет собой систему с наличием множества внешних и внутренних связей, что на сегодняшний день в традиционном подходе к оценке опасности учитывается не в полной мере. Использование на этапе идентификации опасностей системного и процессного подходов позволяет перейти к оценке безопасности как к системе, что создает возможность проведения комплексного риск-анализа.

Идентификация процессов и их описание могут осуществляться различными методами [17]. Задачу идентификации и описания процессов, влияющих на безопасную деятельность предприятия магистрального трубопроводного транспорта можно решать с использованием метода моделирования. В данном случае удобно использовать методологию функционального моделирования структуры процессов IDEF0, которая позволяет при составлении модели деятельности предприятия магистрального трубопроводного транспорта использовать процессный и системный подходы [7].

В настоящее время методология IDEF0 входит в состав общей методологии IDEF, включающей в себя ряд частных методологий моделирования различных аспектов сложных систем, в том числе: IDEF1 – информационное моделирование; IDEF1X – моделирование данных; IDEF3 – моделирование «потоков» процессов и др. [7].

Методология функционального моделирования уже нашла широкое применение (например, в США она принята в виде федерального стандарта FIPS 183 [18]; в России – в виде рекомендаций по стандартизации Р 50.1.28-2001[19]; в Беларуси – в виде методических рекомендаций ТК РБ 4.2-МР-05-2002 [20], оказывающих помощь в построении моделей на базе IDEF0).

В основе этой методологии лежит графический язык моделирования систем. Изображая деятельность предприятия в виде процессов и связей, данный язык делает сложную структуру процессов и их взаимосвязей удобной для применения. Применяя принцип декомпозиции, заключающейся в детализации процессов, при использовании методологии IDEF0 может быть одновременно учтена методология моделирования последовательности процессов IDEF3, что добавляет возможность «описания последовательности и логики взаимодействия операций и событий в анализируемой системе..., очередности событий и действий описываемого процесса» [21].

При функционировании любого промышленного предприятия задействовано множество процессов, однако лишь некоторые из них, наиболее вероятно, способны приводить к аварийным ситуациям. На предприятии магистрального трубопроводного транспорта в качестве таких процессов могут выступать процессы жизненного цикла. В перечень данного вида процессов по классификации международного стандарта ИСО 9001:2000 [22] входят такие, как планирование процессов жизненного цикла продукции; процессы, связанные с потребителями; проектирование и разработка; закупки; производство и обслуживание; управление устройствами для мониторинга и измерений. Таким образом, в функциональной модели акцент должен быть расставлен в отношении процессов жизненного цикла, учитывая при этом и другие процессы.

Моделирование, по своей сути, может быть только целевым, поэтому и при создании функциональной модели предприятие можно рассматривать, в соответствии с целями проводимого моделирования, с различных точек зрения. Цели могут быть разными: оптимизация взаимодействия подразделений;

увеличение скорости протекания процессов (скорость поставок, скорость сервисного обслуживания и др.); уменьшение количества ошибок при реализации процессов (минимизация человеческого фактора); снижение себестоимости реализации процессов и т.д. [23]. В каждом случае модели также будут разные, при этом каждая из них будет предназначена для решения своих определенных задач, направленных на достижение поставленных целей.

С одной стороны, каждый процесс жизненного цикла вносит свою составляющую в создание ценности услуги для заказчика, однако, с другой, представляет собой источник элементарных потерь уровня безопасности услуги. При создании функциональной модели предприятия магистрального трубопроводного транспорта с целью создания методологии оценки безопасности необходимым условием достижения цели является использование экспертов по обеспечению безопасности. Это позволит выделить процессы, которые представляют собой источники «потерь» безопасности услуги транспортирования и хранения энергоносителей, влияющих на возникновение опасностей.

Таким образом, в функциональной модели, разработанной с целью обеспечения безопасности, процесс можно рассматривать как «носитель потерь» системы безопасности. В таком случае выходы из процесса, одновременно являющиеся «выходами», элементами «управления» или «механизмами» в другие процессы, следует воспринимать как источники потенциальных опасностей. Сопоставление «выходов» процессов с перечнем всех известных на сегодняшний день опасностей (фильтр опасностей) позволяет получить максимально возможный перечень опасностей, присущих сети процессов, которые нуждаются в дальнейшей процедуре оценки рисков.

Оценка опасностей и оптимизация сети процессов. В качестве меры опасности может быть использовано понятие риска, что позволяет квантifyировать ее с использованием количественных величин, которые могут иметь различные «размерности»: риск разгерметизации трубопровода, риск загрязнения разлившейся нефтью водных объектов, риск убытков и т.п. При традиционном подходе оценки безопасности риск представляет собой сочетание двух компонент: «вероятности события и его последствий» [24].

В области обеспечения безопасности магистрального трубопроводного транспорта для выражения вероятности неблагоприятного события широко используются статистические данные, а для выражения его последствий – потенциальный ущерб [25]. Такое решение обосновано в случае объектного подхода идентификации опасностей. При процессном и системном подходах удобнее применить другую методику. В качестве такой методики можно использовать методику FMEA [28], основанную на экспертных оценках.

В данной методике вместо понятия риск используется такой термин, как приоритетное число риска, являющееся количественной оценкой комплексного риска дефекта. Комплексный риск дефекта означает оценку дефекта с точки зрения его значимости по вероятности возникновения, последствиям и вероятности обнаружения [28] (степень сложности обнаружения). Как видно, в данной методике в отличие от традиционного подхода вычисления риска появляется третий сомножитель, представляющий собой экспертино определяемую величину, соответствующую степени сложности обнаружения дефекта.

Данная методика нашла широкое применение в автомобильной промышленности. Например, ранее она входила в состав документов к американскому стандарту QS-9000 [26], а в настоящее время представлена в ISO/TS 16949 [27], ГОСТ Р 51814.2-2001 [28], а также в ГОСТ 27.310-95 [29].

По данной методике для каждого дефекта (в нашем случае – опасности) экспертино определяется балл значимости S при помощи таблицы баллов значимости. Балл значимости изменяется от 1 для наименее значимых по ущербу опасностей до 10 – для более значимых. Для каждой потенциальной причины опасности экспертино определяется балл возникновения O. При этом рассматривается предполагаемый процесс и экспертино оценивается частота данной причины. Балл возникновения изменяется от 1 для самых редко возникающих дефектов до 10 – для опасностей, возникающих почти всегда. Для данной опасности и каждой причины определяют балл обнаружения D. Балл обнаружения изменяется от 10 для практически не обнаруживаемых опасностей до 1 – для практически достоверно обнаруживаемых опасностей.

После получения экспертных оценок S, O, D вычисляется приоритетное число риска, которое может иметь значение от 1 до 1000. По аналогии, с приемлемым риском в традиционном подходе оценки рисков в области магистрального трубопроводного транспорта в данной методике необходимо заранее установить критическую границу приоритетного числа риска [28]. При превышении приоритетного числа риска выше критической границы следует разработать рекомендации по его уменьшению.

При процессном и системном подходе на этапе выработки рекомендаций по уменьшению приоритетного числа риска, которые могут быть направлены на уменьшение вероятности проявления опасности, уменьшение масштаба последствий проявления опасности либо увеличение вероятности ее обнаружения, предлагается использовать оптимизацию сети процессов.

В установившейся практике оптимизации сети процессов конечными целями могут выступать: улучшение качества процессов (качества производства товаров и услуг, качества обслуживания клиентов и др.); оптимизация взаимодействия подразделений и т.д. [23].

В рассматриваемом нами случае основная цель оптимизации – повышение уровня безопасности на предприятии магистрального трубопроводного транспорта.

Исследование оптимизации сети процессов может осуществляться в двух направлениях:

- 1) совершенствование процессов, образующих сеть;
- 2) совершенствование связей между процессами.

В ходе изучения и анализа сеть процессов как первоначальная функциональная модель может быть скорректирована, и на ее базе построена более совершенная модель, в которой будут учтены рекомендации по повышению уровня системы безопасности. К усовершенствованной модели также необходимо применить методику оценки риска FMEA. При приоритетном числе риска, выходящем за пределы критического значения, вышеуказанные процедуры следует повторять до получения значения приоритетного числа риска меньше его принятой критической величины.

Заключение. Для разработки требований безопасности к продукции, процессам жизненного цикла продукции и услуг, которые в соответствии с Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» лежат в основе разработки технических нормативных правовых актов, создается методология оценки их безопасности.

Опасности, сопутствующие продукции или услуге, рассматриваются как присущее им свойство, которое к тому же является одним из элементов иерархически более значимой характеристики – качества. Это явилось основанием для использования при создании системы оценки безопасности продукции, процессов жизненного цикла продукции и услуг системного и процессного подходов, которые уже находят широкое применение в системах менеджмента качества.

Одной из важных процедур, которой должно сопровождаться техническое регулирование, является выявление опасностей и формирование предельно исчерпывающего перечня факторов, приводящих к их возникновению. Идентификацию и описание опасностей предложено проводить на основе процессного и системного подходов с использованием методологии функционального моделирования структуры процессов IDEF0, а оценку опасностей – на основе методики FMEA, которая позволяет более полно учитывать действующие факторы опасностей, исходя из экспертных оценок. Это дает возможность взамен традиционного понятия риска использовать понятие приоритетного числа риска, являющегося количественной оценкой комплексного риска опасности, учитывающего не только вероятность возникновения опасности и связанные с нею последствия, но и степень сложности обнаружения этой опасности.

Использование предлагаемой системы оценки безопасности продукции, процессов жизненного цикла продукции и услуг позволит совершенствовать систему оценки безопасности в области магистрального трубопроводного транспорта при техническом регулировании и усилить нормативно-регулирующие функции вновь создаваемой системы ТНПА инфраструктурного элемента национальной экономики – магистрального трубопроводного транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. О техническом нормировании и стандартизации: Закон Респ. Беларусь от 5 января 2004 г., № 262-З. – Минск: Госстандарт, 2004. – 67 с.
2. Разработка и постановка продукции на производство. Термины и определения: СТБ 1218-2000. – Минск: БелГИСС, 2000. – 44 с.
3. Технические регламенты. Рекомендации по разработке. – Минск: БелГИСС, 2004. – 32 с.
4. Ликвидация последствий аварийных разливов нефтепродуктов в сложных гидрометеорологических условиях (опыт аварии на МНПП «Унеча – Полоцк») / В.К. Липский // Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: сб. науч. тр. VI междунар. науч.-техн. конф. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – Вып. 5. – С. 207 – 214.
5. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов – Страйк-консультант: РД 03-418-01 [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. данные и прогр. (2,5 ГБ). – М.: Госстрой Рос. Федерации, 2002. – 4 электрон. опт. диск (CD-ROM).
6. Методические рекомендации по идентификации опасных производственных объектов от 19.12.2003, № 141 // Сб. докум. по идентификации и регистрации опасных производственных объектов. – Минск: УП «Дизкос», 2004. – 115 с.
7. Серенков, П.С. Методы менеджмента качества. Методология описания сети процессов / П.С. Серенков, А.Г. Курьян, В.Л. Соломахо. – Минск: БНТУ, 2006. – 484 с.
8. Добкин, В.М. Системный анализ в управлении / В.М. Добкин. – М.: Химия, 1984. – 224 с.
9. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: Международный стандарт ИСО 9000. – 2-е изд., 2000-12-15. ISO-2000.

10. Марка, Д.А. Методология структурного системного анализа и проектирования SADT / Д.А. Марка, К. МакГоун [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=1852>. – Дата доступа: 15.09.2007.
11. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.financerpro.ru/2007/08/25/processnyjj_podkhod_k_upravleniju_model.html. – Дата доступа: 20.04.2008.
12. Системы управления охраной труда. Общие требования: СТБ 18001-2005. – Минск: БелГИСС, 2005. – 19 с.
13. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению: СТБ ИСО 14001-2005. – Минск: БелГИСС, 2005. – 27 с.
14. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цели создания пищевой продукции: ГОСТ Р ИСО 22000-2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://protect.gost.ru>. – Дата доступа: 15.04.2008.
15. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Особые требования по применению ГОСТ Р ИСО 9001-2001 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части: ГОСТ Р 51814.1-2004 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://protect.gost.ru>. – Дата доступа: 15.04.2008.
16. Лекции по квалиметрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.edu-zone.net/show/44379.html. – Дата доступа: 15.04.2008.
17. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.obzh.ru/nad/>. – Дата доступа: 07.11.2007.
18. IDEF0. «FIPS Integration Definition for Function Modeling (IDEF0)» Federal Information Processing Standards Publication 183, Computer Systems Laboratory, National Institute of Standards and Technology, 1993.
19. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержания жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования: Р 50.1.028-2001 / Госстандарт России. – М., 2001. – Введ. Постановл. Госстандарта России от 02.07.2001 г., № 256-ст.
20. Методика и порядок работ по определению, классификации и идентификации процессов. Описание процессов на базе методологии IDEF0: метод. рекомендации ТК РБ 4.2-МР-05-2002. – Минск: БелГИСС, 2002. – 45 с.
21. Стандарт и методология моделирования IDEF3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.proinfotech.ru/fmdlr7.htm>. – Дата доступа: 23.05.2008.
22. Системы менеджмента качества. Требования: Междунар. стандарт ИСО 9001. – 3-е изд., 2000-12-15. ISO-2000.
23. Гиругский, И.В. Вооружен оптимизацией и эффективен / И.В. Гиругский, А.С. Гусаковский [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.krconsult.org/Analytics/article/reorganization/>. – Дата доступа: 25.04.2008.
24. Руководство 73-2005. Менеджмент риска. Термины и определения: СТБ ИСО/МЭК / Госстандарт. – Минск, 2005. – 18 с.
25. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах / кол. авт. – М.: Науч.-техн. центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000. – Сер. 27, Вып. 1. – 96 с.
26. Требования к системам качества / Крайслер Корп., Форд Мотор Компани, Дженирал Моторс Корп.: QS-9000. – 3-е изд., 1998.
27. Системы менеджмента качества: ISO/TS 16949:2002. Частные требования по применению стандарта ИСО 9001:2000 для производства автомобилей и запчастей к ним.
28. Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов: ГОСТ Р 51814.2-2001. – М.: Госстандарт России, 2001.
29. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения: ГОСТ 27.310-95.

Поступила 25.04.2008