

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНЫХ И РОССИЙСКИХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ НАДЕЖНОСТИ, РИСКА И БЕЗОПАСНОСТИ

СТРУКОВ А.В., кандидат технических наук, доцент

Введение

На семинаре по вопросам **надежности** технического комитета ТС56 Международной электротехнической комиссии (**МЭК**), проходившем в Лондоне в сентябре 2006г., обсуждался, в частности, и такой вопрос, почему используются стандарты. Один из докладчиков отметил следующие основные причины.

1. Установление общей терминологии.
2. Разработка и использование общих методов и методик.
3. Применение общих статистических инструментов.

В этом случае стандарты способствуют развитию свободной и прозрачной конкуренции товаров и услуг, что позволяет сократить издержки и уменьшить финансовые риски.

Одной из задач анализа является установление связи, прямой или косвенной, между достаточно обширным и динамично развивающимся рынком программных средств и системой стандартов, относящихся к вопросам надежности, риска и безопасности технологических (технических) систем. Как отмечалось в статье директора НТЦ ЯРБ профессора **Б.Г.Гордона** «...от четкости нормативных документов во многом зависит вся наша жизнь. Неточное или ошибочное определение способно затормозить или даже уничтожить технологию... Четкость терминологии лежит в основе как постановки научных задач, так и принятия регулирующих законов» [1, с.3].

Указанная задача важна еще и с той точки зрения, что программный комплекс **АРБИТР** (<http://www.szma.com/pkasm.shtml>) согласно аннотации, полученной при аттестации Ростехнадзором РФ, является комплексом автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета **надежности и безопасности** систем. И в этой связи возникает необходимость терминологического *согласования* таких терминов как «надежность», «риск», «безопасность» именно в области действия стандартов, а также оценки *соответствия* терминов, определений и методов, реализованных в программном комплексе содержанию основных нормативных документов. Тем более, что во многих научных работах и нормативных документах часто встречаются сочетания «надежность и риск», «надежность и безопасность», «риск и безопасность». Так профессор **И.А.Рябинин** в своей книге «Надежность и безопасность структурно-сложных систем» отметил, что интеллектуальным ядром научных исследований структурных проблем **надежности и безопасности** оказались логико-вероятностные методы [2, с.12], которые послужили основой для создания комплекса АРБИТР. Излагая основные понятия и определения теории надежности и безопасности, автор в качестве примеров рассмотрел оценки **рисков** затопления, поражения электрическим током и **риска** как меры опасности в бизнесе. В вышеупомянутой статье профессора **Б.Г.Гордона** как положительное отмечается, что «...в ряде законопроектов уже предлагается использовать понятие **риска**, тесно связанное с **безопасностью**» [1].

Существует весьма распространенное желание некоторых специалистов подчеркнуть именно различие этих понятий, предостеречь от подмены одних понятий другими, без глубокого анализа их взаимосвязи. В конце концов, одной из основных задач технического прогресса является повышение надежности систем, снижение риска при их эксплуатации, что обеспечит высокий уровень безопасности человека и окружающей среды. И для решения этой задачи одинаково важны и глубокие теоретические

исследования, и программная реализация алгоритмов и методов, а также эффективная система стандартизации.

Работа выполнена в исследовательском отделе ОАО «СПИК СЗМА» в рамках разработки и сопровождения программного комплекса АРБИТР.

1. Международные организации МЭК и ИСО

Международная электротехническая комиссия – МЭК (**International Electrotechnical Commission - IEC**) является одним из трех глобальных организаций МЭК (IEC), ИСО (ISO), МСЭ (ITU), которые разрабатывают международные стандарты для всего мира.

МЭК организована в 1906 году и в настоящее время насчитывает около 10 000 экспертов из 76 стран и является ведущей мировой организацией для подготовки и публикации Международных стандартов в области электрических, электронных и смежных технологий.

Россия в МЭК представлена Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

МЭК предоставляет для компаний, предприятий и правительственных организаций возможность встреч, обсуждения и разработки международных стандартов по их требованию. Каждая страна, входящая в МЭК, имеет право вето.

При необходимости МЭК сотрудничает с МОС (чаще используется аббревиатура ИСО, по первым латинским буквам сокращенного названия организации) - Международной организацией по стандартизации (**ISO - International Organization for Standardization**) или МСЭ – Международным союзом электросвязи (**ITU -International Telecommunication Union**) с целью согласования международных стандартов. Совместные комитеты обеспечивают, чтобы международные стандарты учитывали и содержали в себе все необходимые знания специалистов, работающих в смежных областях.

МЭК сотрудничает с национальными комиссиями различных стран на уровне различных Технических комитетов (**TC - technical committees**).

В частности, Технический комитет 56 (TC56) занимается вопросами стандартизации в области надежности (*dependability*), а Технический комитет 1 (TC1) терминологией.

2. Надежность. Терминология ИСО/МЭК и стандартов РФ

Термин «**надежность**» (*dependability*) был введен в 1980г. Жан-Клодом Лапри (Jean-Claude Laprie) для того, чтобы разгрузить ранее широко используемый, и поэтому явно перегруженный в смысловом содержании, термин «*reliability*». Предполагалось, что термин «*dependability*» будет использоваться в более широком диапазоне применений, например, в безопасности информационных технологий, а термин «*reliability*» - **безотказность** - будет относиться, в основном, к описанию отказовых явлений в системах и элементах.

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2008 термин «**надежность**» (*dependability*) приводится как собирательный термин, применяемый для описания свойства готовности и влияющих на него свойств безотказности, ремонтпригодности и обеспеченности технического обслуживания и ремонта. Термин «**надежность**» (*dependability*) применяется только для общего неколичественного описания свойства.

Надежность есть часть более общего понятия – качества (*quality*), определяемое в стандарте как степень соответствия совокупности присущих **характеристик** некоторым **требованиям**. Термин «качество» может применяться с такими прилагательными, как плохое, хорошее или превосходное.

В Международном электротехническом словаре «International Electrotechnical Vocabulary. Section 191. Dependability and quality of service. (Раздел 191. Надежность и качество обслуживания)» подчеркивается, что термин 191-02-03 «Надежность» (*dependability*) используется для качественного описания свойств изделия, а не как количественный параметр. На семинаре по вопросам надежности технического комитета TC56 МЭК (Лондон, 2006г.) отмечалось, что термин «надежность» имеет такое же свойство «зонтика», какое имеет термин «качество». И, если под широким зонтиком «Качество» расположился зонтик «Надежность», то понятие «Риск» заняло место и под зонтиком «Надежность», и под зонтиком «Качество» (рис.1).

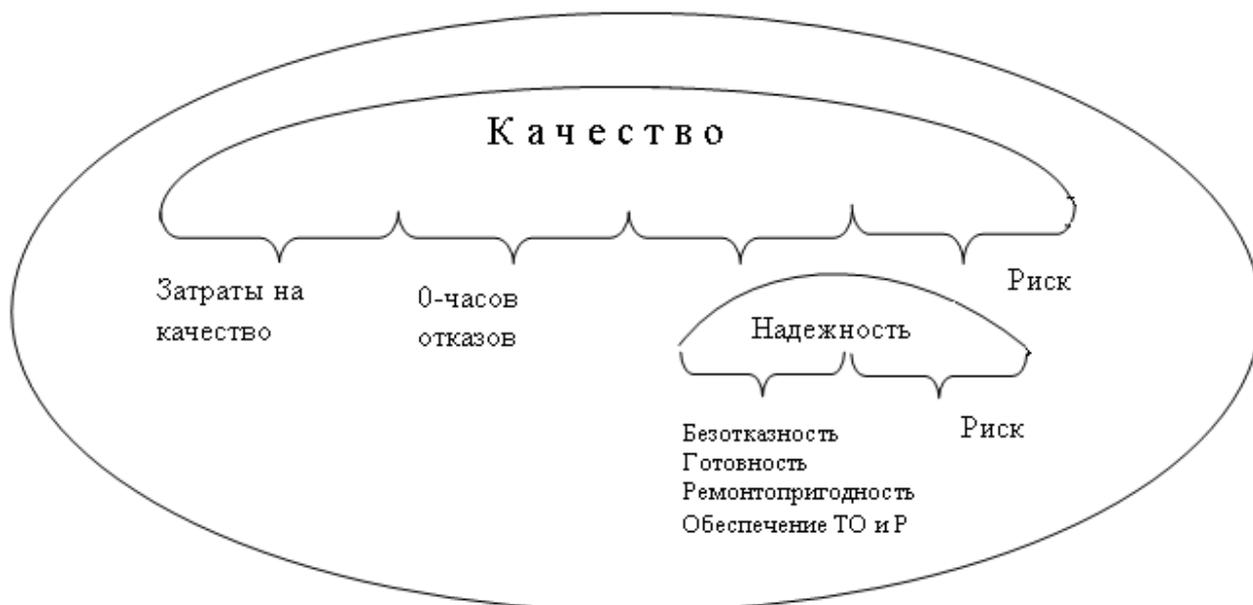


Рисунок 1 – Соотношение свойств «Качество», «Надежность» и риска

Термин «**Надежность**» (*dependability*) в документах МЭК (термин 191-02-03) используется как определение комплексного свойства готовности (*availability*), которое определяется следующими факторами – **безотказностью** (*reliability*), **ремонтопригодностью** (*maintainability*) и обеспечением технического обслуживания и ремонта (*maintenance support*).

Термин 191-02-05 «**Готовность**» (*availability*) обозначает способность изделия выполнять заданные функции при заданных условиях в заданный момент времени или за заданный промежуток времени, при условии, что все внешние условия его функционирования обеспечены.

Свойство готовности изделия зависит от его безотказности, ремонтпригодности и обеспечения ремонтпригодности (технического обслуживания). Внешние условия (ресурсы) не влияют на свойство готовности изделия.

Во Франции свойство готовности используется в смысле «мгновенной готовности».

Термин 191-02-06 «**Безотказность**» (*reliability*) обозначает способность изделия выполнять заданные функции при заданных условиях на заданном интервале времени. При этом предполагается, что изделие находится в работоспособном состоянии на начало заданного интервала времени. В основном безотказность является количественным параметром. В некоторых приложениях параметр безотказности рассматривается как вероятность и также называется безотказностью.

Термин 191-02-07 «**Ремонтопригодность**» (*Maintainability*) обозначает способность изделия при заданных условиях эксплуатации оставаться в состоянии или восстанавливать то состояние, при котором оно выполняет требуемые функции, при условии, что

восстановление осуществляется при заданных условиях и при выполнении установленных действий и наличии необходимых ресурсов.

Термин 191-02-08 «**Обеспечение технического обслуживания и ремонта**» (*Maintenance support*) обозначает способность организации технического обслуживания и ремонта обеспечить при заданных условиях необходимые ресурсы для поддержания заданного состояния изделия при заданной политике технического обслуживания и ремонта.

В настоящее время (по состоянию на январь 2012г.) в отечественной системе стандартизации по вопросам надежности в технике сложилась такая ситуация, когда отсутствует нормативный документ, содержащий основные термины и определения. Так как все стандарты под групповым заголовком «Надежность в технике», выпущенные за последние годы, в качестве нормативной ссылки используют **ГОСТ 27.002-89**, не действующий в настоящее время на территории РФ, рассмотрим этот норматив в качестве «условного» терминологического словаря.

Во-первых, необходимо отметить, что в английском названии этого документа «Industrial product dependability. General concepts. Terms and definitions» используется термин «**dependability**». Во-вторых, составители документа при определении основного термина «надежность» в качестве английских синонимов использовали сразу два термина «**dependability**» и «**reliability**». Английский термин «**reliability**» (совместно с термином «*failure-free operation*» - функционирование без отказа) также использован и при определении свойства «безотказность».

В справочном приложении к ГОСТ 27.002-89 дано определение **безопасности** как свойства объекта при изготовлении и эксплуатации и в случае нарушения работоспособного состояния не создавать угрозу для жизни и здоровья людей, а также для окружающей среды [с.13]. Здесь же подчеркивается, что, хотя безопасность не входит в общее понятие **надежности**, однако при определенных условиях тесно связана с этим понятием. Понятие **живучести**, которое ранее соответствовало международному термину «*fail-safe*», определено как свойство объекта сохранять ограниченную работоспособность при воздействиях, не предусмотренных условиями эксплуатации.

С точки зрения лингвистического подхода к переводу терминов «**dependability**» и «**reliability**», можно указать, что в англо-русских словарях, прилагательное «*dependable*» переводится как «надежный, заслуживающий доверия», в то время как прилагательное «*reliable*» – как «надежный, прочный, заслуживающий доверия». Таким образом, можно сделать вывод, что термин «**reliability**» имеет более количественную, «прочностную» окраску, чем чисто качественный показатель «**dependability**».

Учет особенностей тех или иных технических систем с точки зрения оценки количественных показателей надежности нашел свое отражение в некоторых ведомственных нормативных документах.

В стандарте «ГОСТ 24.701-86. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения» в качестве английского аналога средней части названия документа приводится термин «*Dependability of computer control systems*». Кроме четко обозначенных единичных и комплексных показателей безотказности и ремонтпригодности для непрерывно-выполняемых функций (Н-функций) в полном соответствии с ГОСТ 27.002, в данном документе вводятся специфические показатели для дискретно-выполняемых функций (Д-функций). Основным комплексным показателем безотказности и ремонтпригодности системы в отношении выполнения ею Д-функций является вероятность успешного выполнения системой заданной процедуры при поступлении запроса, который в ряде случаев может принимать вид коэффициента оперативной готовности. Кроме того, в п.2.5.2 этого документа описываются показатели надежности АСУ по аварийным ситуациям.

В стандарте «ГОСТ 27883-88. Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний» в качестве английского аналога термина «**надежность**» используется термин «*reliability*».

Перечень действующих российских стандартов по надежности (по состоянию на декабрь 2011) приведен в табл. П1 Приложения 1.

Обсуждая соотношение между **надежностью** и **риском**, участники семинара по надежности (Лондон, 2006г.) отмечали, что решение задач **надежности** происходит через оценивание **риска** [3].

3. Менеджмент риска. Терминология ИСО/МЭК и стандартов РФ

Термины и определения, связанные с вопросами менеджмента риска, приведены в стандарте ГОСТ Р 51897-2002 («Менеджмент риска. Термины и определения»), разработанном с учетом положений Руководства ИСО/МЭК 73:2002 «Управление риском. Словарь. Руководящие указания по использованию в стандартах» (Guide 73).

В стандарте ГОСТ Р 51897-2002 дано определение **риска** как сочетания вероятности события и его последствий, при условии, что существует хотя бы одно негативное последствие этого события.

В нормативном документе Гостехнадзора «РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов» **риск аварии** определен как мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и тяжесть ее последствий.

Одним из количественных показателей риска аварии является **технический риск**, определенный как **вероятность** отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования опасного производственного объекта. Данное определение относится именно к производственному объекту как технической системы, которая может находиться в состоянии отказа. Это состояние отказа может быть классифицировано как опасное состояние, то есть состояние, при котором возникают некоторые потери (убытки) в производственной и непромышленной сфере жизнедеятельности человека, вред окружающей среде. В этой связи уместно привести определение безопасности, предложенное профессором **И.А. Рябининым** - «Под **безопасностью** (*safety*) понимается способность системы функционировать, не переходя в опасное состояние» [2, с.24].

В соответствии с ГОСТ Р 50779.10-2000 (ИСО 3534.1-93) «Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения» **вероятность** это действительное число в интервале от 0 до 1, относящееся к случайному событию. В примечаниях к этому термину сказано, что число может отражать относительную частоту в серии наблюдений или степень уверенности в том, что некоторое событие произойдет. Поэтому «терминологическая неточность», отнесенная профессором **Б.Г.Гордоном** [1] к целевым показателям безопасности 10^{-5} и 10^{-7} (1/ректор-год) как суммарной **вероятности** тяжелых запроектных аварий и **вероятности** предельного аварийного выброса, имеет вполне «нормативное право на жизнь» и является скорее непривычным для математика.

Согласно ГОСТ Р 51897-2002 **менеджмент риска** (risk management) - скоординированные действия по руководству и управлению организацией в отношении риска. Общепринято рассматривать процесс менеджмента как взаимодействие процессов **оценивания риска** (risk assessment) и **управления риском** (risk control), а также **мониторинга** (monitoring) и **коммуникации** (risk communication) риска.

Процесс **оценивания риска** (risk assessment) включает в себя процессы **анализа риска** (risk analysis) и **оценки риска** (risk evaluation). Возможно, что более удобно с точки зрения русского языка было бы использование термина «определение», вместо

«оценивание» (assessment). Термин «определение» является, в частности, синонимом понятия измерение (выяснение точного значения какой-либо величины) и лучше отражает процессный характер действий.

Процесс *анализа риска* включает в себя элементы *идентификации риска* (risk identification) и *количественной оценки величины риска* (risk estimation). Содержание процессов анализа риска определено в стандарте ГОСТ Р 51901.1-2002 («Управление надежностью. Анализ риска технологических систем»), который гармонизован с международным стандартом МЭК 60300-3-9:1995 «Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems» («Управление надежностью – Часть 3: Руководство по применению. Раздел 9: Анализ риска технологических систем»).

Для понимания сути процесса менеджмента риска и приведенной выше терминологии рассмотрим схему, представленную на рис.2.

На рис.2 процесс менеджмента риска представлен с учетом содержания международного стандарта ISO 31000:2009 «Principles and Guidelines on Implementation», в котором обозначены некоторые основные этапы данного процесса. Несмотря на то, что стандарты ISO 31000:2009 определяют риск как «влияние неопределенностей на цели», основные этапы (компоненты) могут быть использованы и для анализа технологических систем.

Верхний блок рисунка «Определение содержания менеджмента риска» относится к процессам установления содержания менеджмента риска и первоначальной (например, на стадии проектирования) идентификации рисков. Здесь определяются внутренние границы системы (имеется в виду исследуемой технологической системы), формируется описание внешних границ системы и областей контакта со смежными системами, включая описание окружающей среды.

Определение содержания менеджмента риска (Establishing the context) согласно ISO 31000:2009 завершается определением элементов структуры, планированием последующих этапов процесса, разработкой критериев принятия решений. В методических указаниях РД 03-418-01 этот этап называется этапом планирования и организации работ.

Процесс *оценки риска* (risk assessment) согласно ГОСТ Р 51897-2002 – это общий процесс анализа (risk analysis) и оценивания риска (risk evaluation).

Процесс анализа риска (risk analysis) для решения поставленных при определении содержания менеджмента риска задач начинается с процесса идентификации риска. Согласно ГОСТ Р 51897-2002 идентификации риска (risk identification) – это процесс нахождения, составления перечня и описания элементов риска. Элементами риска могут быть события (опасности), появление которых приводят к нежелательным последствиям. Идентификация риска предполагает систематическую проверку исследуемой системы с целью определения типа (вида) неустранимых опасностей и способов (признаков) их проявления. В настоящее время в отечественной промышленности наиболее широко для этих целей используются такие методы, как ведомости проверок и обзоры данных эксплуатации. Значительно реже применяются методы исследования опасности (HAZOP), а также анализ видов и последствий отказов - АВПО (FMEA). Среди программных средств идентификации риска в отечественной промышленности используются программные средства, реализующие методологию анализа деревьев неисправностей (FTA).

Количественная *оценка риска* (risk estimation) согласно ГОСТ Р 51897-2002 – это процесс присвоения значений вероятности и последствиям риска. При описании методов для оценки величины риска в стандарте ГОСТ Р 51901.1 -2002 отмечается, что при недостатке информации о системе или ее функционировании возможно использование количественного или качественного ранжирования рисков специалистами, хорошо информированными в этой области.

Элементы процесса *оценки величины риска* включают в себя расчет частот (оценку вероятностей) и расчет последствий.

Процесс **оценки риска** (risk evaluation) согласно ГОСТ Р 51897-2002 – это процесс сравнения количественно оцененного риска с имеющимися критериями риска для определения значимости риска.

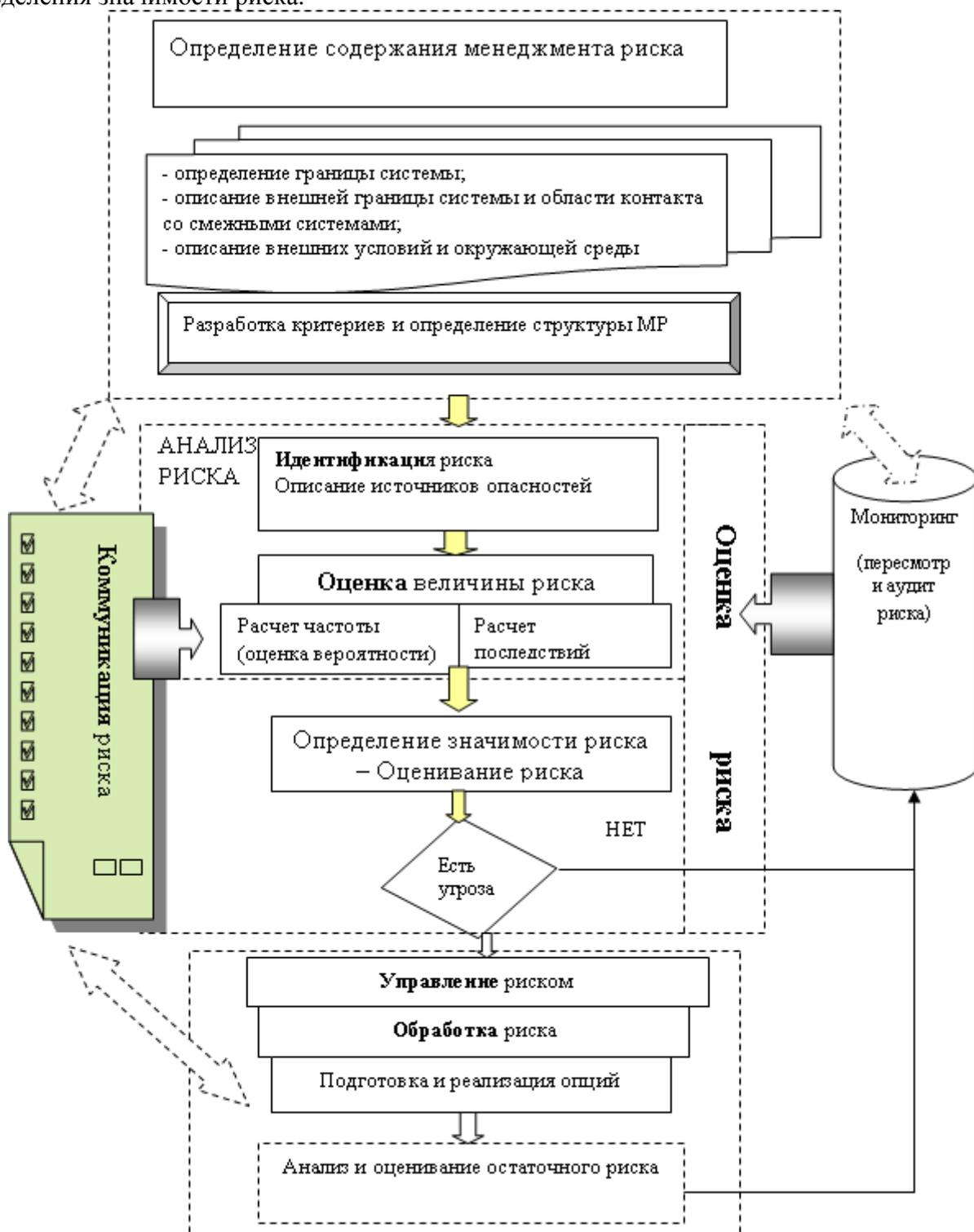


Рисунок 2 – Процессы и элементы системы менеджмента риска

Определение значимости риска состоит в принятии решения о приемлемости вычисленного риска по соответствующим социальным, экономическим и экологическим последствиям нежелательных событий (опасностей) с целью определения состава мероприятий по управлению риском.

В методических указаниях РД 03-418-01 **оценивание риска** названо обобщенной оценкой риска (или степенью риска), которая включает в себя как заключительный этап

проведение анализа соответствия условий эксплуатации требованиям промышленной безопасности и критериям приемлемого риска.

Управление риском (risk control) согласно ГОСТ Р 51897-2002 – это действия, осуществляемые для выполнения решений в рамках менеджмента риска. Иногда для обозначения этих действий используют термин «*обработка риска*» (risk treatment), хотя последний больше относится к выбору вида действий. К таким видам относятся действия типа *уменьшения риска* (risk reduction), *уменьшения последствий* (mitigation), *предотвращение риска* (risk avoidance) и перенос риска (risk transfer).

Анализ и оценивание *остаточного риска* после реализации выполненных решений может также осуществляться как для определения достаточности реализованных опций, так и в рамках процесса оценки риска.

Все процессы оценки и управления риском обязательно сопровождаются мониторингом риска, основными инструментами которого являются пересмотр и аудит риска.

Также неотъемлемой частью менеджмента риска является процесс коммуникации (risk communication), который согласно ГОСТ Р 51897-2002 осуществляет обмен информацией о риске или совместное использование этой информации между лицом, принимающим решение, и другими причастными сторонами.

В методических указаниях РД 03-418-01 *анализ риска* аварий представлен как составная часть *управления промышленной безопасностью*, задачами которого является получение объективной информации о состоянии промышленной безопасности объекта и сведений о наиболее опасных, «слабых» местах с точки зрения промышленной безопасности. Кроме того, в общих положениях этого документа весьма четко определены и конкретные практические области применения результатов анализа риска:

- декларирование безопасности производственных объектов;
- экспертиза промышленной безопасности;
- страхование.

Перечень действующих российских и соответствующих им международных стандартов, относящихся к менеджменту риска, приведен в табл. П2 Приложения 1.

4. Безопасность. Терминология ИСО/МЭК и стандартов РФ

Краткий анализ стандартов в области терминологии надежности и риска позволяет сделать вывод, что с точки зрения терминологии увязка понятий «солидной по возрасту» [2, с.22] теории надежности, менеджмента риска и «более молодой» теории безопасности происходит на уровне включения аспектов безопасности в содержание стандартов, относящихся к надежности и риску. Такой процесс имеет под собой и нормативную базу в виде стандарта ГОСТ Р 51898-2002 «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты», подготовленного с учетом Руководства ИСО/МЭК 51:1999.

Стандарт определяет такие важные понятия как безопасность (отсутствие недопустимого риска), риск, ущерб, опасность, опасная ситуация, допустимый и остаточный риск, анализ, оценка и оценивания риска. Концепция безопасности определена в следующем положении

Безопасность достигают путем снижения уровня риска до допустимого, определенного в настоящем стандарте как допустимый риск. Допустимый риск представляет собой оптимальный баланс между безопасностью и требованиями, которым должны удовлетворять продукция, процесс или услуга, а также такими факторами, как выгода для пользователя, эффективность затрат, обычаи и др.

В стандарте ГОСТ Р 51898-2002 отмечается, что разрабатываются стандарты следующих основных типов:

основополагающие стандарты на безопасность, включающие в себя фундаментальные концепции, принципы и требования, относящиеся к основным аспектам безопасности;

групповые стандарты на безопасность, включающие в себя аспекты безопасности, применимые к нескольким видам или к семейству близких видов продукции, процессов или услуг;

стандарты на безопасность продукции. В них должны быть сделаны ссылки на основополагающие стандарты на безопасность и групповые стандарты на безопасность.

В настоящее время отечественных основополагающих стандартов на безопасность нет, разрабатываются групповые стандарты и стандарты на безопасность продукции, например, «Безопасность машин», «Безопасность оборудования», «Безопасность радиационная экипажа космического аппарата в космическом полете», «Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью», «Безопасность лазерной аппаратуры» и т.д.

Возможно, что на современном этапе развития более молодая, по выражению профессора **И.А.Рябинина** теория безопасности [2, с.22] может использовать, дополняя и развивая, не только солидный терминологический багаж теории надежности и риска, но и их методы и программные средства.

4. Методы анализа надежности и риска.

Во введении к стандарту ГОСТ Р 51901.5-2005 «Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности» отмечается, что приведенные здесь методы анализа надежности могут быть использованы для определения вероятностных характеристик риска.

Сравнение описанных в этом стандарте методов анализа надежности с методами анализа риска, приведенными в стандарте ГОСТ Р 51901.1-2002 «Управление надежностью. Анализ риска технологических систем» указывает, что методы анализа надежности могут быть использованы для более широкого класса задач анализа риска.

В пользу этого тезиса говорит и отрывок из введения в ГОСТ Р 51901.2-2005 «Менеджмент риска. Системы менеджмента надежности».

«...Поскольку менеджмент риска является частью менеджмента надежности, то настоящий стандарт поможет разработчикам требований управления риском, оценки и анализа риска выделить этапы системы менеджмента надежности, к которым эти требования относятся, и более четко сформулировать цели, задачи и программу менеджмента риска».

В табл. 1 приведены сведения по основным методам анализа надежности и риска, программно реализованным в отечественных и зарубежных разработках.

В столбце «Название метода» приведено краткое название метода и сокращенное его название на английском языке.

В столбце «Таблица 1 ГОСТ Р 51901.1» приведены краткие характеристики методов согласно данным Таблицы 1 (Перечень наиболее распространенных методов, используемых при **анализе риска**) стандарта ГОСТ Р 51901.1-2002 .

В столбцах «Таблица 1 ГОСТ Р 51901.5» приведены краткие характеристики методов согласно данным Таблицы 1 (Использование методов для решения общих задач **анализа надежности**) стандарта ГОСТ Р 51901.5-2005 как с точки зрения качественного, так и количественного анализа.

Таблица 1 – Основные методы анализа надежности и риска

Название метода	Таблица 1 ГОСТ Р 51901.1	Таблица 1 ГОСТ Р 51901.5		Примечание
		Качественный анализ	Количественный анализ	
1. Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	Идентификация фундаментальной опасности	Анализ причин и последствий отклонений	Не применим	
2. Анализ видов и последствий отказов (FMEA)	Идентификация главных источников и анализ частот	Анализ воздействия отказов	Вычисление интенсивностей отказов (и критичности) системы	Для систем, у которых преобладают единичные отказы
3. Анализ дерева неисправностей (FTA)	Идентификация опасности и анализ частот	Анализ комбинации неисправностей	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности	Используется Графическое изображение
4. Анализ дерева событий (ETA)	Идентификация опасности и анализ частот	Анализ последовательности отказов	Вычисление интенсивностей отказов	
5. Анализ структурной схемы надежности (RBD)	Совокупность приемов анализа частот	Анализ путей работоспособности	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности	Для систем, у которых можно выделить независимые блоки
6. Марковские модели (Markov)	-	Анализ последовательности отказов	- “ -	
7. Статистические методы надежности (Monte-Carlo)	Совокупность приемов анализа частот	Анализ воздействия неисправностей	Вычисление показателей безотказности с неопределенностью	
8. Анализ влияния человеческого фактора (HRA)	Совокупность приемов анализа частот в области воздействия людей	Анализ воздействия человека на работу системы	Вычисление вероятностей ошибок человека	
9. Обзор данных по эксплуатации (FRACAS)	FRACAS – Failure Reporting, Analysis and Corrective Actions Systems (система сбора данных об отказах и проведения корректирующих действий)			

Не обсуждая терминологические особенности в описании свойств методов различными стандартами, вызванные в первую очередь, одновременным использованием терминов российских и международных стандартов, которые к настоящему времени не гармонизированы, в табл. 1 указан получивший в последнее время развитие и широкое применение в программных средствах метод FRACAS. Реализация указанного метода в современных программных средствах, направлена как на решение задач анализа надежности, так и на решение задач анализа риска в смысле обеспечение процесса мониторинга состояния системы.

В табл.1 не включены те методы, которые согласно стандарта ГОСТ Р 51901.5-2005 не являются самостоятельными, «... так как они являются модификацией упомянутых в таблице 1 методов анализа надежности».

К этим методам относятся следующие методы.

1. Анализ причин/следствий – комбинация ЕТА и ФТА.

Одним из вариантов этого метода является подход, предложенный в 1999 на Европейской конференции по безопасности и получивший название «галстук-бабочка» (Bow-Tie approach).

Первое упоминание об использовании этого подхода к анализу риска можно найти в публикациях 1979 г. Университета Квинсленда (Австралия). Широко применялся в 1990-х годах компанией «Шелл» при анализе аварий трубопроводов. На рис.3 показан графический прием размещения схем деревьев отказов и деревьев событий, давший название данному методу.

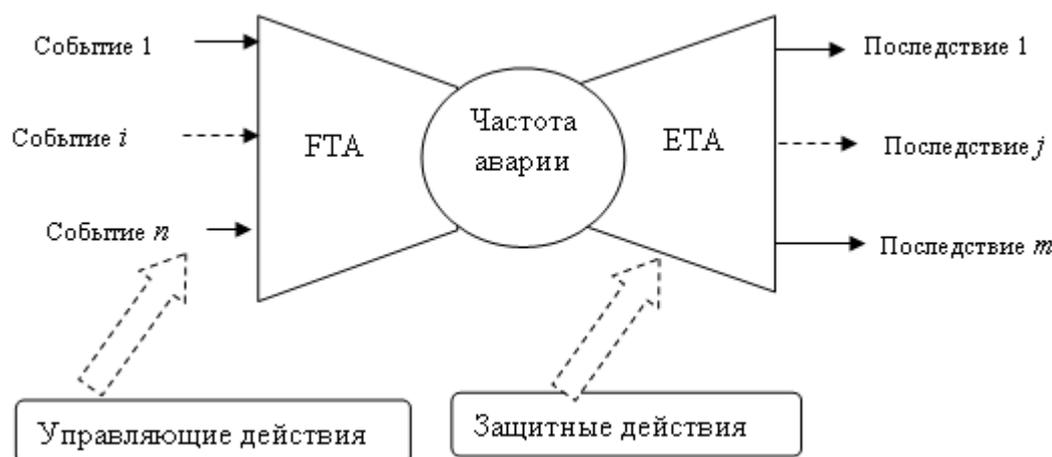


Рисунок 3 – Графическая иллюстрация метода «галстук-бабочка»

2. Анализ динамических деревьев неисправностей (DFTA).

Развитие методологии анализа статических деревьев неисправностей в сторону учета динамических свойств анализируемых систем первоначально сводилось к добавлению к традиционным операторам (И, ИЛИ, НЕ, Исключающее ИЛИ) таких операторов, как «Приоритетное И», учет нагруженности резервных элементов, учет функциональных и вероятностных зависимостей элементов. Современные методы анализа DFTA более широко используют результаты марковского моделирования. Первый программный комплекс для анализа динамических деревьев неисправностей разработан в Университете штата Виржиния, США, профессором Дж.Б.Дуган (J.B.Dugan).

3. Двоичные диаграммы решений (Binary-Decision Diagrams – BDD)

Используются в основном для анализа сложных логических функций, реализованных в микроэлектронных устройствах, и является графическим аналогом аналитических методов ортогонализации.

4. Функциональный анализ отказов

Функциональные блок схемы (functional block diagram - FBD) позволяют в рамках АВПО осуществлять проектный анализ влияния отдельных компонентов на стоимостные показатели разрабатываемых систем. Пионером в разработке программных средств для функционального анализа отказов является французская компания TDC.

5. Перечень российских стандартов по надежности, используемых при разработке и сопровождении программного комплекса АРБИТР

В табл.2 представлен перечень действующих на декабрь 2011 г. тех российских стандартов по надежности, термины, определения и методы которых используются при разработке и сопровождении программного комплекса АРБИТР. В табл.2 не указан стандарт ГОСТ 27.002-89, который не действует в настоящее время на территории РФ.

Таблица 2 – Перечень российских стандартов по надежности, используемых в ПК АРБИТР

№	Номер стандарта	Название стандарта
1	ГОСТ 27.003-90	Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности
2	ГОСТ 27.004-85	Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения
3	ГОСТ Р 27.004-2009	Надежность в технике. Модели отказов
4	ГОСТ Р 27.302-2009	Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей
5	ГОСТ 27.301-95	Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения
7	ГОСТ 27.301-95	Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения
8	ГОСТ 27.310-95	Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения
9	ГОСТ 24.701-86	Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения

В табл.3. представлен перечень тех российских и соответствующих им международных стандартов по менеджменту риска, термины, определения и методы которых используются при разработке и сопровождении программного комплекса АРБИТР.

В табл.3 жирным шрифтом выделены те части названия российских стандартов, которые не соответствуют названиям международных стандартов.

В табл.1 Приложения 2 приведены таблицы с перечнем международных и соответствующих им российских стандартов в области менеджмента надежности и риска. Названия таблиц соответствуют тем признакам группировки, которые использованы в материалах семинара по надежности (Лондон, 2006г.) [3].

По мнению профессора **Б.Г.Гордона**, «...разработать методику количественного определения безопасности может лишь команда, состоящая из технологов, математиков, медиков, психологов... Предстоит еще большая совместная работа по согласованию терминов, научных подходов и расчетных моделей» [1, с.7]. Незаконченность этой работы не позволяет привести естественно необходимый здесь перечень российских и международных стандартов по вопросам безопасности. Будем надеяться, что в ближайшее время этот недостаток будет устранен.

Таблица 3 – Перечень российских и международных стандартов по менеджменту риска, используемых в ПК АРБИТР

№	Номер стандарта	Название российского стандарта	Номер стандарта	Название международного стандарта
1	ГОСТ Р 51897-2002	Менеджмент риска. Термины и определения	ИСО/МЭК 73:2002	Управление риском. Словарь
2	ГОСТ Р 51901.1-2002	Управление надежностью. Анализ риска технологических систем	IEC 60300-3-9 (1995-12)	Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems
3	ГОСТ Р 51901.4-2007	Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании	IEC 62198 (2001-04)	Project risk management - Application guidelines
4	ГОСТ Р 51901.5-2007	Менеджмент риска . Руководство по применению методов анализа надежности	IEC 60300-3-1 (2003-01)	Dependability management – Part 3-1: Application guide - Analysis techniques for dependability – Guide on methodology
5	ГОСТ Р 51901.12-2005	Менеджмент риска . Метод анализа видов и последствий отказов.	IEC 60812 (2006-01)	Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)
6	ГОСТ Р 27.302-2009	Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей.	IEC 61025 (2006-12)	Fault tree analysis (FTA)
7	ГОСТ Р 51901.14-2007	Менеджмент риска . Структурная схема надежности и булевы методы.	IEC 61078 (2006-01)	Analysis techniques for dependability - Reliability block diagram and Boolean methods

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа по созданию отечественных программных средств для оценивания показателей надежности, риска и безопасности является актуальной и своевременной. И кроме чисто научных интересов необходимо учитывать и экономический эффект. И в первую очередь здесь стоит говорить о страховании. Развитие страхового дела в России находится на начальном этапе и отсутствие доведенных до практического применения, научно обоснованных и нормативно обоснованных методов, реализованных в отечественных программных средствах, не позволяет страховым компаниям назначать такие приемлемые страховые выплаты предприятиям, которые будут стимулировать специалистов этих предприятий разрабатывать мероприятия по уменьшению риска, а не отказываться от страховок вообще. Совершенствование отечественных методов расчета надежности и риска имеют вполне материальный выход, и «...страховым компаниям выгодно вкладывать средства в эту научную область» [1, с.7].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гордон Б.Г.* Об использовании понятия риска в различных отраслях промышленности// Вестник Госатомнадзора России, №1, 2003. С-3-7.
2. *Рябинин И.А.* Надежность и безотказность структурно-сложных систем. СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2007.
3. <http://tc56.iec.ch/action/presentation/LondonPresentation20060913.pdf>

Приложение 1

Таблица П1 - Перечень действующих российских стандартов по надежности

№	Номер стандарта	Название стандарта
1	ГОСТ Р 27.001-2009	Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения
2	ГОСТ 27.002-89 (не действ.)	Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения
3	ГОСТ 27.003-90	Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности
4	ГОСТ 27.004-85	Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения
5	ГОСТ Р 27.004-2009	Надежность в технике. Модели отказов
6	ГОСТ 27.202-83	Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции
7	ГОСТ 27.203-83	Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности
8	ГОСТ 27.204-83	Надежность в технике. Технологические системы. Технические требования к методам оценки надежности по параметрам производительности
9	ГОСТ 27.301-95	Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения
10	ГОСТ Р 27.302-2009	Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей
11	ГОСТ 27.310-95	Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения
12	ГОСТ 27.402-95	Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы
13	ГОСТ Р 27.403-2009	Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы
14	ГОСТ Р 27.404-2009	Надежность в технике. Планы испытаний для контроля коэффициента готовности
15	ГОСТ 24.701-86	Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения
16	ГОСТ 27883-88	Средства измерения и управления технологическими процессами. Надежность. Общие требования и методы испытаний.
17	ГОСТ Р 50779.10-2000	Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения. Вероятность и основные статистические термины.

Таблица П2 - Перечень действующих российских стандартов по менеджменту риска

е	ГОСТ Р 51897-2002	Менеджмент риска. Термины и определения	ИСО/МЭК 73:2002	Управление риском. Словарь
Б е	ГОСТ Р 51901.1-2002	Управление надежностью. Анализ риска технологических систем	IEC 60300- 3-9 (1995-12)	Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems
Б	ГОСТ Р 51901.2-2005	Менеджмент риска . Системы менеджмента надежности	IEC 60300-1 (2003-06)	Dependability management - Part 1: Dependability management systems
Б е	ГОСТ Р 51901.3-2007	Менеджмент риска . Руководство по менеджменту надежности	IEC 60300-2 (2004-03)	Dependability management - Part 2: Guidelines for dependability management
е	ГОСТ Р 51901.4-2007	Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании	IEC 62198 (2001-04)	Project risk management - Application guidelines
Б е	ГОСТ Р 51901.5-2007	Менеджмент риска . Руководство по применению методов анализа надежности	IEC 60300- 3-1 (2003-01)	Dependability management – Part 3-1: Application guide - Analysis techniques for dependability – Guide on methodology
Б	ГОСТ Р 51901.6-2007	Менеджмент риска . Программа повышения надежности	IEC 61014 (2003-07)	Programmes for reliability growth
Б е	ГОСТ Р 51901.11-2005	Менеджмент риска . Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство	IEC 61882 (2001-05)	Hazard and operability studies (HAZOP studies) - Application guide
Б е	ГОСТ Р 51901.12-2005	Менеджмент риска . Метод анализа видов и последствий отказов.	IEC 60812 (2006-01)	Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)
Б	ГОСТ Р 27.302-2009	Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей.	IEC 61025 (2006-12)	Fault tree analysis (FTA)
Б	ГОСТ Р 51901.14-2007	Менеджмент риска . Структурная схема надежности и булевы методы.	IEC 61078 (2006-01)	Analysis techniques for dependability - Reliability block diagram and Boolean methods
Б	ГОСТ Р 51901.15-2005	Менеджмент риска . Применение марковских методов	IEC 61165 (2006-05)	Application of Markov techniques
Б е	ГОСТ Р 51901.16-2005	Менеджмент риска . Повышение надежности . Статистические критерии и методы оценки.	IEC 61164 (2004-03)	Reliability growth - Statistical test and estimation methods

Приложение 2

В приложение приведены таблицы, в которых дан перечень международных и российских стандартов по вопросам надежности и риска. Если международному стандарту соответствует российский стандарт (является гармонизированным или идентичным), то в строке таблицы заполнены все столбцы с номерами и названиями стандартов. Если какой-либо столбец с номером стандарта в строке не заполнен, значит соответствующего действующего стандарта нет.

В названии таблиц использовались материалы семинара технического комитета МЭК TC56 по надежности (Лондон, 2006г.). Названия столбцов всех таблиц аналогичны названиям столбцов таблицы П2.1.

Таблица П2.1 - Уровень менеджмента (Management level)

Номер стандарта	Название стандарта МЭК	Номер стандарта	Название российского стандарта
IEC 60300-1 (2003-06)	Dependability management - Part 1: Dependability management systems	ГОСТ Р 51901.2- 2005	Менеджмент риска. Системы менеджмента надежности
IEC 60300-2 (2004-03)	Dependability management - Part 2: Guidelines for dependability management	ГОСТ Р 51901.3- 2007	Менеджмент риска. Руководство по менеджменту надежности
IEC 60300-3-1 (2003-01)	Dependability management – Part 3-1: Application guide - Analysis techniques for dependability – Guide on methodology	ГОСТ Р 51901.5- 2007	Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности
IEC 60300-3-9 (1995-12)	Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems	ГОСТ Р 51901.1- 2002	Управление надежностью. Анализ риска технологических систем
IEC 61713 (2000)	Software dependability through the software life-cycle processes. Application guide		Функциональная надежность программного обеспечения в процессе жизненного цикла программного обеспечения. Руководство по применению
IEC 62198 (2001-04)	Project risk management - Application guidelines	ГОСТ Р 51901.4- 2005	Менеджмент риска проекта – Руководство по применению при проектировании

Таблица П2.2 - Нормирование (Specifications / contract)

IEC 60050-191	Vocabulary Dependability	ГОСТ Р 27.002- 2009	Надежность в технике. Термины и определения (<i>не действует на территории РФ</i>)
IEC 61703 (2001-09)	Mathematical expressions for reliability, availability, maintainability and maintenance support terms		Математические выражения для показателей безотказности, готовности, ремонтпригодности и обеспечения технического обслуживания
IEC 62347 (2006-11)	Guidance on system dependability specifications		Руководство по установлению требований к системной надежности
IEC 60300-3-4 (2007-09)	Dependability management - Part 3-4: Application guide - Guide to the specification of dependability		Менеджмент надежности - Часть 3-4: Руководство по применению – Руководство по заданию

	requirements		требований к надежности
IEC 60300-3-3 (2004-07)	Dependability management - Part 3-3: Application guide - Life cycle costing		Менеджмент надежности - Часть 3-3: Руководство по применению – Стоимость жизненного цикла

Таблица П2.3 – Нормирование отказов на этапе проектирования (System design Specification breakdown)

IEC 62347 (2006-11)	Guidance on system dependability specifications (CDV)		Руководство по установлению требований к системной надежности
IEC 60300-3-15 (2009-06)	Dependability management - Part 3-15: Application guide – Engineering of system dependability (CD1)		Менеджмент надежности - Часть 3-15: Руководство по применению – Техника обеспечения системной надежности
IEC 60300-3-16 (2008-10)	Dependability management - Part 3-16: Application guide - Guidelines for specification of maintenance support services		Менеджмент надежности - Часть 3-16: Руководство по применению – Руководство по установлению требований к услугам по обеспечению технического обслуживания
IEC 60706-2 (2006-03)	Maintainability of equipment.–Part 2: Maintainability requirements and studies during the design and development phase (FDIS)		Ремонтопригодность оборудования. Часть 2 Требования и анализ ремонтопригодности в процессе разработки и проектирования
IEC 61078 (2006-01)	Analysis techniques for dependability - Reliability block diagram and Boolean methods	ГОСТ Р 51901.14-2007	Менеджмент риска. Структурная схема надежности и булевы методы.
IEC 60319 (1999-09)	Presentation and specification of reliability data for electronic components		Представление и описание данных о безотказности электронных компонентов

Таблица П2.4 - 4 - Проектирование и анализ (Design and analysis)

IEC 61160 (2005-09)	Design review		Экспертиза проекта
IEC 60812 (2006-01)	Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)	ГОСТ Р 51901.12-2005	Менеджмент риска. Методика анализа видов и последствий отказов.
IEC 61025 (2006-12)	Fault tree analysis (FTA)	ГОСТ Р 27.302-2009	Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей.
IEC 61165 (2006-05)	Application of Markov techniques	ГОСТ Р 51901.15-2005	Менеджмент риска. Применение марковских методов
IEC 61882 (2001-05)	Hazard and operability studies (HAZOP studies) - Application guide	ГОСТ Р 51901.11-2005	Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство
IEC 62308 (2006-07)	Equipment reliability – Reliability assessment methods. (CDV)		Безотказность оборудования – Методы оценки безотказности

IEC 61709 (1996-10)	Electronic components – Reliability – Reference conditions for failure rates and stress models for conversion		Электронные компоненты – Безотказность – Справочные данные для интенсивности отказов и модели пересчета
IEC /TR 62380 (2004-08)	Reliability data handbook – Universal model for reliability prediction of electronics components, PCBs and equipment.		Руководство данными по безотказности – Универсальная модель для предсказания безотказности электронных компонентов, PCBs и оборудования
IEC 61650 (1997-08)	Reliability data analysis techniques - Procedures for comparison of two constant failure rates and two constant failure (event) intensities		Методика анализа данных о безотказности – Процедуры для сравнения двух постоянных интенсивностей отказов и двух постоянных параметров потоков отказов (событий)
IEC 60605-4 (2001-08)	Equipment reliability testing - Part 4: Statistical procedures for exponential distribution - Point estimates, confidence intervals, prediction intervals and tolerance intervals		Испытания оборудования на безотказность - Часть 4: Статистические процедуры для экспоненциального распределения – Точечные оценки, доверительные интервалы, прогнозируемые интервалы и толерантные интервалы
IEC 62502 (2010-10)	Analysis techniques for dependability – Event tree analysis (ETA)		Анализ методов надежности – Анализ дерева событий (ETA)
IEC 62508 (2010-06)	Guidance on human aspects of dependability		Руководство по аспектам человеческого фактора в надежности
IEC 61907 (2009-12)	Communication network dependability engineering.		Менеджмент риска проекта – Руководящие указания по применению

Таблица П2.5 - Верификация и валидация (Test Verification and Validation)

IEC 60300-3-5 (2001-03)	Dependability management - Part 3-5: Application guide - Reliability test conditions and statistical test principles		Менеджмент надежности - Часть 3-5: Руководство по применению – Условия испытаний на безотказность и принципы статистических испытаний
IEC 61014 (2003-07)	Programmes for reliability growth	ГОСТ Р 51901.6- 2007	Менеджмент риска. Программа повышения надежности
	Dependability in technics. Compliance tests plans for reliability	ГОСТ Р 27.403- 2009	Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы
IEC 61123 (1991-12)	Reliability testing - Compliance test plans for success ratio		Испытания на безотказность – Планы испытаний для контроля показателя успеха
IEC 61124 (2006-03)	Reliability testing - Compliance tests for constant failure rate and constant failure intensity		Испытания на безотказность – Планы испытаний для контроля постоянства интенсивности отказов и постоянства параметра

			потока отказов
IEC 60605-2 (1994-10)	Equipment reliability testing - Part 2: Design of test cycles		Испытания оборудования на безотказность – Часть 2: Планирование циклов испытаний
IEC 60605-4 (2001-08)	Equipment reliability testing - Part 4: Statistical procedures for exponential distribution - Point estimates, confidence intervals, prediction intervals and tolerance intervals		Испытания оборудования на безотказность - Часть 4: Статистические процедуры для экспоненциального распределения – Точечные оценки, доверительные интервалы, прогнозируемые интервалы и толерантные интервалы
IEC 60605-6 (2007-05)	Equipment reliability testing - Part 6: Tests for the validity and estimation of the constant failure rate and constant failure intensity (IDT)	ГОСТ Р МЭК 60605-6-2007	Критерии проверки постоянства интенсивности отказов и параметра потока отказов
IEC 61164 (2004-03)	Reliability growth - Statistical test and estimation methods	ГОСТ Р 51901.16-2005	Менеджмент риска. Повышение надежности. Статистические критерии и методы оценки.
IEC 61070 (1991-11)	Compliance test procedures for steady-state availability		Процедуры испытаний для контроля установившегося коэффициента готовности
	Dependability in technics. Compliance test plans for steady-state availability	ГОСТ Р 27.404-2009	Надежность в технике. Планы испытаний для контроля коэффициента готовности
IEC 61649 (2008-08)	Weibull analysis		Анализ Вейбулла
IEC 60721 Series	Environmental and climatic cond.		Климатические условия, условия окружающей среды
IEC 60068 Series	Environmental tests		Тесты окружающей среды
IEC 61710 (2000-11)	Power law model - Goodness-of-fit tests and estimation methods (Including Corr.1-2001-09)		Модель степенного закона - Испытания по критерию согласия и методы оценивания
IEC 62429 (2007-11)	Reliability growth – Stress testing for early failures in unique complex systems		Рост безотказности – Ускоренные испытания для выявления преждевременных отказов в уникальных сложных системах.

Таблица П2.6 - 6 – Производство (Manufacturing)

IEC 60812 (2006-01)	Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)	ГОСТ Р 51901.12-2005	Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов.
IEC 61163-1 (2006-06)	Reliability stress screening - Part 1: Repairable assemblies manufactured in lots		Стрессовая отбраковка для выявления потенциальных отказов - Часть 1: Восстанавливаемые блоки, изготавливаемые партиями
IEC	Reliability stress screening - Part 2:		Стрессовая отбраковка для

61163-2 (1998-11)	Electronic components		выявления потенциальных отказов – Часть 2: Электронные компоненты
IEC 60410 (1973-01)	Sampling plans and procedures for inspection by attributes		Выборочные планы и процедуры контроля по качественным признакам
ISO 7870-93	Statistical methods. Control charts. General guide introduction	ГОСТ Р 50779.40- 96	Статистические методы контрольные карты. Общее руководство и введение
ISO 7966:1993	Acceptance control charts	ГОСТ Р 50779.43- 99	Статистические методы. Приемочные контрольные карты.
ISO 8258	Statistical methods. Shewhart control charts	ГОСТ Р 50779.42- 99	Статистические методы. Контрольные карты Шухарта
ISO/TR 7871:1997	Cumulative sum charts - Guidance on quality control and data analysis using CUSUM techniques		Карты контрольные для общей суммы. Руководство по контролю качества и анализу данных с использованием методик общей суммы
		ГОСТ Р 50779.10- 2000	Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения.

Таблица П2.7 - Обратная связь с рынком – функционирование - Ремонт и техническое обслуживание - Обеспечение ремонта и технического обслуживания (Market feed back – Operation – Maintenance – Maintenance support)

IEC 60300-3-2 (2004-11)	Dependability management - Part 3-2: Application guide - Collection of dependability data from the field		Менеджмент надежности - Часть 3-2: Руководство по применению – Сбор данных о надежности с мест эксплуатации
IEC 61014 (2003-07)	Programs for reliability growth	ГОСТ Р 51901.6- 2007	Менеджмент риска. Программа повышения надежности
IEC 60300-3-10 (2001-01)	Dependability management - Part 3-10: Application guide - Maintainability		Менеджмент надежности - Часть 3-10: Руководство по применению – Ремонтопригодность
IEC 60300-3-12 (2011-02)	Dependability management - Part 3-12: Application guide - Integrated logistic support		Менеджмент надежности - Часть 3-12: Руководство по применению – Комплексная поддержка материально-технического обеспечения
IEC 60300-3-14 (2004-03)	Dependability management - Part 3-14: Application guide - Maintenance and maintenance support		Менеджмент надежности - Часть 3-14: Руководство по применению – Техническое обслуживание и обеспечение технического обслуживания
IEC 60300-3-11 (2009-06)	Dependability management - Part 3-11: Application guide - Reliability centered maintenance		Менеджмент надежности - Часть 3-11: Руководство по применению – На надежность ориентированное техническое обслуживание
IEC 61070 (1991-11)	Compliance test procedures for steady-state availability		Процедуры испытаний для контроля установившегося коэффициента готовности

IEC 61710 (2000-11)	Power law model - Goodness-of-fit tests and estimation methods (Including Corr.1-2001-09)		Модель степенного закона - Испытания по критерию согласия и методы оценивания
IEC 60605-6 (2007-05)	Equipment reliability testing - Part 6: Tests for the validity and estimation of the constant failure rate and constant failure intensity (IDT)	ГОСТ Р МЭК 60605-6-2007	Критерии проверки постоянства интенсивности отказов и параметра потока отказов
IEC 61164 (2004-03)	Reliability growth - Statistical test and estimation methods	ГОСТ Р 51901.16-2005	Менеджмент риска. Повышение надежности. Статистические критерии и методы оценки.
IEC 60706-3 (2006-04)	Maintainability of equipment.–Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data		Ремонтопригодность оборудования. Часть 3: Проверка, сбор, анализ и представление данных
IEC 60706-5 (2007-09)	Maintainability of equipment - Part 5: Testability and diagnostic testing		Руководство по ремонтпригодности оборудования. Часть 5: Испытуемость и диагностические испытания

Таблица П2.8 - Снятие с эксплуатации – утилизация (Decommissioning – scrapping – Reuse)

IEC 62402 (2007-06)	Obsolescence management – Application guide.		Управление устареванием - Руководство по применению
IEC 62309 (2004-07)	Dependability of products containing reused parts - Requirements for functionality and tests		Надежность продукции, содержащей составные части, бывшие в употреблении - Требования к функциональным возможностям и испытаниям