

О СООТНОШЕНИИ ПОНЯТИЙ НАДЕЖНОСТИ И ЖИВУЧЕСТИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Доктор техн. наук *Р.А. Дурнев, А.С. Гусева*,
кандидат техн. наук *Е.В. Свиридок*
ФГБУРАРАН

И.В. Жданенко
ФГБУ ВНИИГОЧС (ФЦ)

Проведен подробный анализ понятий надежность, живучесть, устойчивость и уязвимость: зафиксированы смысловые различия между ними, рассмотрены терминологические особенности. Определены соотношения этих понятий применительно к аварийно-спасательной технике.

Ключевые слова: надежность, живучесть, устойчивость, уязвимость, дефиниция понятий, аварийно-спасательная техника.

ON THE RELATIONSHIP OF CONCEPTS RELIABILITY AND SURVIVABILITY OF EMERGENCY EQUIPMENT

Dr.(Tech.) *R.A. Durnev, A.S. Guseva*,
Ph.D. (Tech.) *E.V. Sviridok*
FGBU RARAN

I.V. Zhdanenko
FC VNI GOCHS EMERCOM of Russia

The article contains a detailed analysis of the concepts of reliability, survivability, stability and vulnerability: the semantic differences between them are recorded, and terminological features are considered. The relations of these concepts in relation to emergency rescue equipment are determined.

Keywords: reliability, survivability, stability, vulnerability, definition of concepts, emergency equipment.

В недалеком прошлом среди отечественных специалистов существовало практически полное взаимопонимание в отношении дефиниций "надежность", "живучесть", "уязвимость", "устойчивость" и других, близких к ним. Это подтверждалось существованием комплексов стандартов, например [1], выпуском терминологических сборников типа [2], а также изданием многочисленных научных трудов, посвященных данным вопросам. В настоящее время опять возникает некоторая неопределенность в понимании указанных терминов, что вызвано, по всей видимости, стремлением к гармонизации с зарубежным опытом, появлением принципиально новых объектов, в которых в определенной степени

происходит конвергенция инфо-, нано-, био- и когнитивных технологий, а также в связи с резким падением спроса и предложений на так называемые отечественные товары широкого потребления (продукцию гражданского назначения).

Четкое понимание указанных терминов необходимо для упорядочения деятельности в области оценки и обеспечения надежности и живучести техники, а в более узком, научном смысле - для прогнозирования, оценки, обоснования показателей надежности и живучести при разработке и эксплуатации технических объектов. Для проведения указанных видов научных исследований необходимо применение научно-методического аппарата (НМА) (методов, моделей и т.п.), который должен позволять учитывать различные факторы, отражаемые в терминах надежности и живучести. Для этого, как и для любых научных исследований, необходим разумный компромисс между степенью обобщенности и детализации НМА, например, модели. С одной стороны - модель должна давать как можно больше полезной информации об объекте. В связи с этим создается ложное впечатление, что чем детальней моделируется, например, структура и функции технического объекта, тем больше значимых результатов о его функционировании на выходе. К сожалению, это не так, т.к. "зadetализированная" модель включает избыточные подробности и ее выходной результат теряет всю очевидность и нетривиальность - явные для простой модели закономерности полностью "зашумляются". С другой стороны - слишком грубая модель может не позволить учесть необходимые закономерности, эффекты, соотношения и т.п.

В этой связи вначале рассматриваются наиболее употребительные термины и определения основных понятий в области надежности и живучести, проводится их предварительный анализ, выявляются определяющие черты и в последующем оценивается возможность их учета в научно-методическом аппарате.

Далее используются следующие термины и определения [1-7]:

надежность - специфическое свойство системы, проявляется при нормальном уровне воздействий на систему;

надежность - свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования;

надежность - свойство объекта, заключающееся в способности сохранять во времени в установленных пределах значения признаков и параметров, характеризующих те свойства объекта, которые определяют его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях;

надёжность - свойство объекта сохранять на заданном интервале времени эксплуатации в установленных пределах структуру, значения признаков и параметров, характеризующих его способность выполнять заданные функции в заданных штатных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки;

живучесть - специфическое свойство системы, проявляется при воздействиях, существенно превышающих нормальные (принятые в расчет, повседневные, обычные);

живучесть – способность системы сохранять свойства, необходимые для выполнения заданного назначения, при форс-мажорных поражающих воздействиях, не предусмотренных условиями нормальной эксплуатации;

живучесть - способность сложной технической системы выполнять предписанные ей функции после повреждения (или разрушения) ее отдельных элементов;

живучесть - свойства объекта, заключающееся в способности выполнять хотя бы установленный минимальный объем своих функций при внешних воздействиях, не предусмотренных условиями нормальной эксплуатации;

живучесть – свойство объекта выполнять заданные функции, хотя бы в минимальном допустимом объёме, при внешних неблагоприятных воздействиях на него, не предусмотренных заданными штатными условиями применения по назначению;

живучесть - свойство объекта, состоящее в его способности противостоять развитию критических отказов из-за дефектов и повреждений при установленной системе технического обслуживания и ремонта, или сохранять ограниченную работоспособность при воздействиях, не предусмотренных условиями эксплуатации, или сохранять ограниченную работоспособность при наличии дефектов или повреждений определенного вида, а также при отказе некоторых компонентов;

живучесть - свойство системы сохранять и восстанавливать способность к выполнению основных функций в заданном объеме и в течение заданной наработки при изменении структуры системы и (или) алгоритмов и условий ее функционирования вследствие непредусмотренных регламентом нормальной работы неблагоприятных воздействий;

устойчивость - комплексное свойство системы сохранять работоспособность и/или безопасность в условиях отказов элементов (надежность), поражения элементов внешними воздействиями (стойкость), случайности возникновения поражающих факторов (живучесть);

устойчивость – качество, которое для простых систем объединяет их свойства, как прочность, стойкость к воздействию внешних факторов, сбалансированность, стабильность;

уязвимость - величина обратная по отношению к живучести (устойчивости).

В указанных определениях общим словосочетанием является "способность выполнять требуемые функции" или близкое по смыслу "сохранять работоспособность", которое и будет использоваться в дальнейшем. Под работоспособностью будет пониматься способность системы (объекта) к передаче информации, энергии, вещества от входов до выходов и к прекращению передачи в любой момент времени.

Принципиальным отличительным признаком этих определений являются условия, в которых сохраняется работоспособность. Для надежности - это штатные условия (заданные режимы и условия применения). Для живучести это:

воздействия, существенно превышающие нормальные;

форс-мажорные поражающие воздействия, не предусмотренные условиями нормальной эксплуатации;

внешние воздействия, не предусмотренные условиями нормальной эксплуатации;

внешние неблагоприятные воздействия, не предусмотренные заданными штатными условиями применения по назначению;

воздействия, не предусмотренные условиями эксплуатации;

неблагоприятные воздействия, непредусмотренные регламентом нормальной работы.

Первое, на что необходимо обратить внимание применительно к живучести - это нештатные условия применения. По всей видимости, этот признак полностью подходит для технических объектов гражданского назначения, которые в определенные моменты времени могут попадать в непредусмотренные условия неблагоприятных воздействий (факторов). Не предусмотрительность в данном случае определяется неопределенностью информации как по самим видам такого воздействия, так и по его интенсивности, продолжительности, дальности и т.п. Однако применительно к образцам аварийно-спасательной техники (АСТ) живучесть должна задаваться именно на такие неблагоприятные воздействия - поражающие факторы источников чрезвычайных ситуаций. Нештатными в данном случае могут быть только условия воздействия поражающих факторов, информация о которых отсутствовала в момент определения штатных условий применения. В этой связи применительно к образцам АСТ отличительным признаком является условия воздействия именно поражающих факторов.

Второе - это то, что применительно к надежности переход от работоспособного к неработоспособному состоянию - это ярко выраженный случайный процесс (возникновение различных, наперед неизвестных видов отказов через случайные промежутки времени). Для живучести этот переход может носить как случайный, так и детерминированный, преднамеренный характер, обусловленный целенаправленным применением современных средств поражения при ЧС военного времени. При этом не только поражаются отдельные элементы, но и может происходить воздействие на алгоритмы управления, структуру объекта, определяемую составом элементов и связями между ними.

Третье, что представляется принципиальным при рассмотрении надежности - отказы элементов, приводящие к частичной или полной потере работоспособности, устраняются только после прекращения применения по назначению. Для живучести восстановление работоспособности может осуществляться без вывода в ремонт, перерыва в эксплуатации, осуществляется т.н. борьба за живучесть. Поэтому необходима количественная оценка не только стойкости элементов объекта к прогнозируемым ПФ, но и возможности им противодействия при безостановочном применении техники.

Четвертое отличие заключается в том, что при отказах в штатных условиях эксплуатации работоспособность, как правило, восстанавливается частично или полностью (в ходе ремонта), последствия таких отказов в большинстве случаев не катастрофичны. При воздействии поражающих факторов работоспособность образца АСТ может быть полностью утрачена, при этом вероятность людских потерь и существенного материального ущерба близка к единице.

И, наконец, еще одна особенность живучести заключается в том, что она может оцениваться и вероятностными и детерминированными методами. В первом случае могут применяться вероятностные показатели типа "условная вероятность уязвимости". Во втором случае - пороговые значения поражающих факторов, соответствующие выходу за пределы минимального допустимого объёма (уровня) стойкости без критической потери работоспособности.

Таким образом, определяющим отличительным признаком для надежности являются штатные условия эксплуатации, для живучести - эксплуатация в условиях случайного или детерминированного воздействия поражающих факторов. Все остальные признаки могут приниматься во внимание с учетом возможностей применяемого научно-методического аппарата. При этом под уязвимостью будет пониматься невозможность сохранения работоспособности как при нарушении штатных условий эксплуатации, так и при воздействии поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций.

В дальнейших статьях будет предложен научно-методический аппарат для оценки живучести сложных систем, к которым относятся и образцы аварийно-спасательной техники.

Литература

1. ГОСТ 27.002.89 "Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения".
2. Теория управления. Терминология. Вып.107. М.: Наука. - 1988. - 56с .
3. Поленин В.И., Рябинин И.А., Свирин С.К., Гладкова И.А. Применение общего логико-вероятностного метода для анализа технических, военных организационно-функциональных систем и вооруженного противоборства. - 2011 г.
4. ГОСТ 27.002-2015 "Надежность в технике. Термины и определения".
5. ГОСТ 15.016-2016 "Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. Живучесть. Термины и определения".
6. Махутов Н.А., Резников Д.О. Многоуровневая оценка живучести сложных технических систем с учетом масштабно-структурной иерархии процессов накопления повреждений и разрушений.
7. Черкесов Г.Н. Методы и модели оценки живучести сложных систем. М.: Знание. - 1987.

Сведения об авторах

Дурнев Роман Александрович - академик-секретарь секретариата президиума ФГБУ "Российская академия ракетных и артиллерийских наук", доцент, член-корреспондент РАН, адрес учреждения: 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3, контактный телефон: 8(903) 258-67-16, e-mail: rdurnev@ Rambler.ru

Гусева Алена Сергеевна - главный специалист отдела организации НИОКР ФГБУ "Российская академия ракетных и артиллерийских наук", адрес учреждения: 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3, контактный телефон: 8(926) 144-67-69, e-mail: kot_alenka@mail.ru

Свиридок Екатерина Викторовна - советник секретариата Совета главных конструкторов по системе вооружения сухопутной составляющей сил общего назначения ФГБУ "Российская академия ракетных и артиллерийских наук", советник РАН, адрес учреждения: 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3, контактный телефон: 8(903) 258-67-16, e-mail: svkatel@ Rambler.ru

Жданенко Ирина Васильевна, старший научный сотрудник ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России" (Федеральный центр науки и высоких технологий), адрес учреждения: 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, дом 7, контактный телефон: 8(909) 953-56-59, e-mail: izhdanenko@yandex.ru