

УДК 004.032

**НАДЕЖНОСТЬ И РИСКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ****Д.Ю. Муромцев, В.Н. Грошев***Кафедра «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем»,  
ТГТУ*

**Ключевые слова и фразы:** информация; показатели надежности; оценка рисков; вероятность негативного события; последствия события.

**Аннотация:** Рассматриваются аспекты оценки надежности и рисков информационных систем. Вводятся показатели надежности и рисков. Формулируются принципы, используемые при оценке надежности и рисков информационных систем.

---

В настоящее время существует два подхода к исследованию надежности и эффективности информационных систем (ИС). Первый подход регламентируется стандартами, посвященными различным аспектам надежности систем, например, [1, 2]. Второй подход ориентирован на решение задач управления надежностью и безопасностью систем с позиции теории риска [3, 4]. Оба подхода необходимо использовать применительно к обеспечению эффективного функционирования ИС различного назначения.

В соответствии с первым подходом ИС следует рассматривать как ее комплексное свойство сохранять во времени, в установленных пределах, значения всех параметров, характеризующих способность ИС выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации. Данное комплексное свойство включает свойства безотказности, ремонтпригодности и долговечности. Понятие отказа здесь рассматривается применительно к выполняемым функциям, т.е. как событие, заключающееся в нарушении требований к качеству выполнения рассматриваемой функции, установленных нормативной документацией.

Второй подход рассматривает ИС с позиций возможности негативных последствий, безопасности и отклонения от ожидаемого результата. Понятие риска здесь определяется как сочетание вероятности некоторого опасного события, которое может причинить вред, и его последствий. Опасное событие представляет собой возникновение специфического набора обстоятельств, при которых происходит явление, связанное с негативными последствиями, (результатами) в виде нанесения различного рода ущерба, в т.ч. имущественного, экономического, относящегося к людям и окружающей среде.

Современные ИС, применительно к аспектам надежности, имеют как общие черты с автоматизированными системами управления (АСУ) прошлого столетия, для которых разрабатывались стандарты [2], так и существенные отличия.

К общим чертам ИС и АСУ в первую очередь следует отнести:

- при определении надежности этих систем необходимо учитывать состав и уровень надежности технических средств (ТС), программного обеспечения (ПО), эргатических (персонал) и организационных компонентов;
- ИС и АСУ рассматриваются как многофункциональные системы, надежность в них определяется применительно к реализации отдельных функций;
- при функционировании АСУ и ИС возможно возникновение аварийных (критических) ситуаций, способных привести к значительному ущербу;
- для повышения надежности АСУ и ИС используются различные виды резервирования (структурное, информационное, временное, алгоритмическое, функциональное).

Основными отличительными особенностями ИС являются следующие:

- для ИС по сравнению с АСУ возрастает влияние на надежность информационного, математического, лингвистического, метрологического и правового обеспечений, а также пользователей информации на выходе;
- в ИС появились новые специфические виды отказов, связанные с потерей информации, ее утечки и нарушением конфиденциальности, воздействием вирусов и других информационных атак, в связи с этим возрастает роль защиты информации;

– определение надежности ИС в основном производится на основе анализа информационных и бизнес-процессов, поддерживаемых системой;

– ИС отличаются от АСУ непрерывным развитием во времени, связанным с расширением функциональных возможностей, модернизацией программно-аппаратурной платформы, архитектуры сети и т. д.; это требует непрерывного отслеживания (мониторинга) показателей надежности в процессе эксплуатации ИС;

– многие ИС предназначены для решения сложных задач в условиях неопределенности.

При рассмотрении ИС требуется учитывать природу и содержание используемой информации. В соответствии с существующим законодательством (Закон «Об информации ...») информацией называются сведения, сообщения или данные независимо от способа их поиска, хранения, обработки, предоставления или распространения. Таким образом, основную роль здесь играет форма представления информации, так как, содержание сведений и т. п. вещь субъективная, зависящая от способа интерпретации данных. Насколько это согласуется с прежними и новейшими представлениями?

Согласно теории сигналов К. Шеннона понятие информации не затрагивает ее содержания, а рассматривается только сигнальное представление информации в процессе передачи. Информация, представленная сигналами, неотделима от акта передачи, т.е. она связана с некоторым процессом. Кибернетический подход (Н. Винер) предполагает познавательный характер информации и ориентирован на смысл передаваемого информационного сообщения. «Смысл данным придает интерпретирующая принимающая система, ... смысл не связан с формой представления данных», он зависит от способа их обработки, в частности, одно и то же число может нести разные сведения. Для корректного использования записи данных в коде нужно использовать определенный алгоритм. С позиции кибернетического подхода: «Информация – это данные и методы, их обрабатывающие». Вместе с тем, информация – это не материальный объект, который можно объективно измерять, это скорее свойство материи.

В свете современных представлений информация рассматривается как новое или измененное знание, в частности, у пользователя ИС, которое воспринимается человеком для решения стоящих перед ним задач. Информация воспринимается пользователем ИС на основе интерпретации или обобщения наборов данных (в виде таблиц, графиков, схем и т.д.) [5], [6]. Вместе с тем, всегда существует риск, что получаемая информация, в виде измененного персонального знания, не является верной. Последствия негативных событий вследствие принимаемых решений на основе ошибочной информации могут приносить значительный ущерб.

Таким образом, информация, в отличие от данных, зависит не от носителя, а от способа обработки, информация всегда хранится в закодированном виде. Закодированные данные получают смысловую нагрузку только в момент их интерпретации. Варианты представления укрупненной структурной схемы ИС для расчета надежности и рисков (обобщенной надежности) применительно к решению одной задачи приведены на рис. 1. В первом случае вводят и используют результаты их обработки разные лица (рис. 1, а), во втором случае – одно лицо (рис. 1, б).

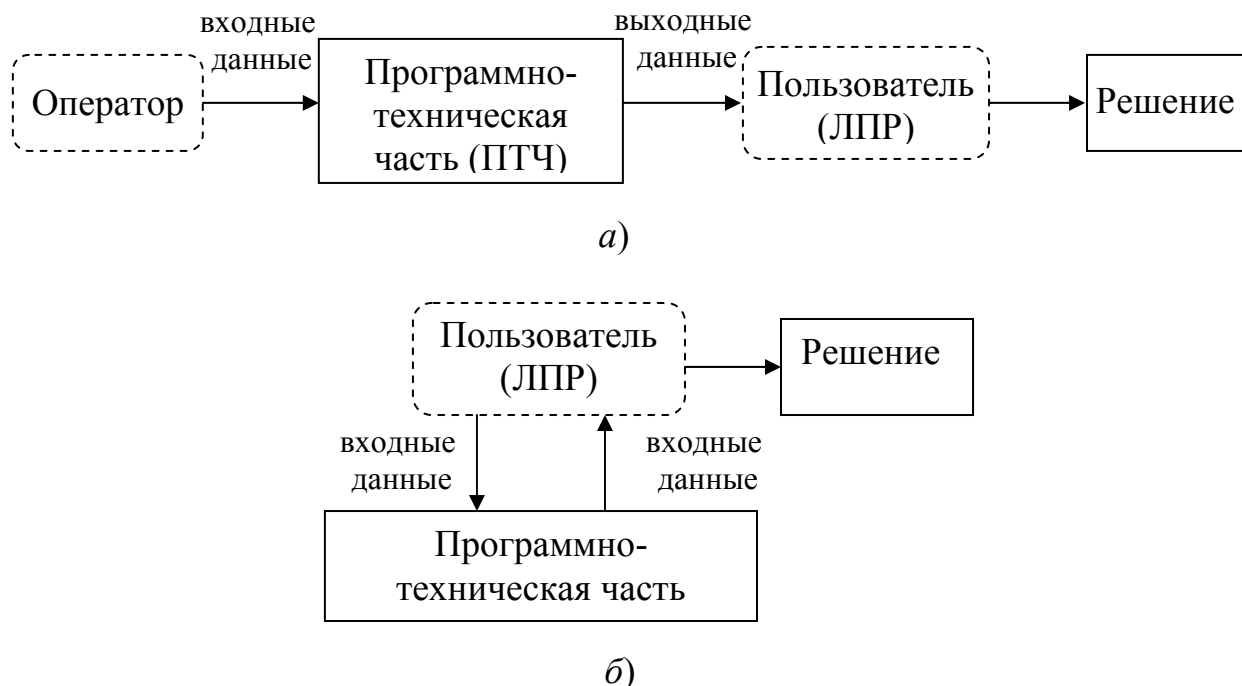


Рис. 1. Укрупненные структурные схемы ИС для расчета надежности

В предположении, что на решение с помощью ИС конкретной задачи отводится время  $\tau$ , то надежность программно-технической части (ПТЧ) применительно к данной задаче можно характеризовать коэффициентом оперативной готовности, т.е.

$$R(t_0, t_0 + \tau) = K_{\Gamma}(t_0)P(t_0, t_0 + \tau), \quad (1)$$

где  $t_0$  – момент времени начала решения задачи;  $K_{\Gamma}$  – коэффициент готовности ПТЧ в момент времени  $t_0$ ;  $P(t_0, t_0 + \tau)$  – вероятность безотказной работы ПТЧ на временном интервале  $[t_0, t_0 + \tau]$ .

Значение риска при вводе входных данных обозначим множеством кортежей вида

$$Q_{\text{ВХ}} = \left\{ \langle q_i^{\text{ВХ}}; z_i^{\text{ВХ}} \rangle, i = \overline{1, n_{\text{ВХ}}} \right\}, \quad (2)$$

здесь  $q_i^{\text{ВХ}}$  – вероятность  $i$ -го опасного события при вводе данных;  $z_i^{\text{ВХ}}$  – значение возможных последствий  $i$ -го опасного события.

Аналогично определяется риск интерпретации выходных данных пользователем, т.е.

$$Q_{\text{ВЫХ}} = \left\{ \langle q_i^{\text{ВЫХ}}; z_i^{\text{ВЫХ}} \rangle, i = \overline{1, n_{\text{ВЫХ}}} \right\} \quad (3)$$

Следует заметить, что значения последствий  $z_i^{\text{ВХ}}$  и  $z_i^{\text{ВЫХ}}$  могут оцениваться как качественно (серьезное последствие, значительное, катастрофическое и т.п.), так и количественно. В последнем случае оценки последствий могут принимать интервальные значения  $[z_{i,Н}^{\text{ВХ}}; z_{i,В}^{\text{ВХ}}], [z_{i,Н}^{\text{ВЫХ}}; z_{i,В}^{\text{ВЫХ}}]$ .

На основании формул (1) – (3) надежность ИС определяется следующей системой показателей надежности и риска (ПНР).

1. Коэффициент оперативной готовности ИС применительно к решению  $i$ -ой задачи

$$R_{\text{ИС}}^i(t_0, t_0 + \tau_i) = R_{\text{ПТ}}^i(t_0, t_0 + \tau_i) \left( 1 - \bar{q}_{i,\text{max}}^{\text{ВХ}} \right) \left( 1 - \bar{q}_{i,\text{max}}^{\text{ВЫХ}} \right), \quad (4)$$

где  $\tau_i$  – время, необходимое для ввода и обработки данных при решении  $i$ -ой задачи;  $\bar{q}_{i,\max}^{\text{BX}}$ ,  $\bar{q}_{i,\max}^{\text{ВЫХ}}$  – усредненные вероятности негативных событий соответственно, обусловленных ошибками при вводе входных данных и неправильной интерпретации выходных данных.

**Пример 1.** Пусть  $R_{\text{ПТ}}^i(t_0, t_0 + \tau_i) = 0,99$ ,  $Q_{\text{ВХ}}^i = \{ \langle 0,01; 10 \rangle, \langle 0,001; 100 \rangle \}$ ,  $Q_{\text{ВЫХ}}^i = \{ \langle 0,01; 5 \rangle, \langle 0,0001; 50 \rangle \}$ , тогда  $\bar{q}_i^{\text{BX}} = 0,0055$ ,  $\bar{q}_i^{\text{ВЫХ}} = 0,00055$  и  $R_{\text{ИС}}^i(t_0, t_0 + \tau_i) = 0,99(1 - 0,0055)(1 - 0,00055) = 0,984$ .

2. (Средняя) величина риска при решении  $i$ -ой задачи

$$\bar{Q}_i = \langle \bar{q}_i, \bar{z}_i \rangle,$$

$$\bar{q}_i = 1 - R_{\text{ИС}}(t_0, t_0 + \tau_i), \quad \bar{z}_i = \max \{ \bar{z}_i^{\text{BX}}, \bar{z}_i^{\text{ВЫХ}}, z_{\text{ПТ}} \}, \quad (5)$$

$$\bar{z}_i^{\text{BX}} = \sum_j c_{ij}^{\text{BX}} z_{ij}^{\text{BX}}; \quad z_i^{\text{ВЫХ}} = \sum_j c_{ij}^{\text{ВЫХ}} z_{ij}^{\text{ВЫХ}}; \quad c_{ij}^{\text{BX}} = \frac{q_{ij}^{\text{BX}}}{\sum_j q_{ij}^{\text{BX}}}, \quad c_{ij}^{\text{ВЫХ}} = \frac{q_{ij}^{\text{ВЫХ}}}{\sum_j q_{ij}^{\text{ВЫХ}}}.$$

**Пример 2.** Дополнительно к исходным данным примера 1 задается ущерб, связанный с нарушением ПТУ на временном интервале  $[t_0, t_0 + \tau_i]$ , и несвоевременным решением  $i$ -ой задачи  $z_{\text{ПТ}} = 15$ . В этом случае весовые коэффициенты  $c_{ij}$  соответственно равны:

$$c_{i1}^{\text{BX}} = \frac{q_{11}^{\text{BX}}}{q_{11}^{\text{BX}} + q_{12}^{\text{BX}}} = 0,91; \quad c_{i2}^{\text{BX}} = \frac{q_{12}^{\text{BX}}}{q_{11}^{\text{BX}} + q_{12}^{\text{BX}}} = 0,09;$$

$$c_{i1}^{\text{ВЫХ}} = \frac{q_{11}^{\text{ВЫХ}}}{q_{11}^{\text{ВЫХ}} + q_{12}^{\text{ВЫХ}}} = 0,091; \quad c_{i2}^{\text{ВЫХ}} = \frac{q_{12}^{\text{ВЫХ}}}{q_{11}^{\text{ВЫХ}} + q_{12}^{\text{ВЫХ}}} = 0,09;$$

тогда:

$$\bar{z}_i^{\text{BX}} = \sum_{j=1}^2 c_{ij}^{\text{BX}} z_{ij}^{\text{BX}} = 18,1; \quad \bar{z}_i^{\text{ВЫХ}} = \sum_{j=1}^2 c_{ij}^{\text{ВЫХ}} z_{ij}^{\text{ВЫХ}} = 9,05;$$

$$\bar{z}_i = \max\{z_i^{\text{ВХ}}, z_i^{\text{ВЫХ}}, z_{\text{ПТ}}\} = \max\{18,1; 9,05; 15\} = 18,1;$$

$$\bar{q}_i = 1 - R_{\text{НС}}^i(t_0, t_0 + \tau_i) = 0,016$$

и

$$\bar{Q}_i = \langle \bar{q}_i, \bar{z}_i \rangle = \langle 0,016; 18,1 \rangle.$$

3. Максимальный по вероятности событий риск при решении  $i$ -ой задачи:

$$Q_i^{\max q} = \langle q_i^{\max}, \bar{z}_i \rangle, \quad (6)$$

$$q_i^{\max} = 1 - R_{\text{ПТ}}^i(t_0, t_0 + \tau_i) \left(1 - q_{i \max}^{\text{ВХ}}\right) \left(1 - q_{i \max}^{\text{ВЫХ}}\right),$$

$$q_{i \max}^{\text{ВХ}} = \max_j \{q_{ij}^{\text{ВХ}}, j = 1, 2, \dots\}, \quad q_{i \max}^{\text{ВЫХ}} = \max_j \{q_{ij}^{\text{ВЫХ}}, j = 1, 2, \dots\}.$$

Пример 3. Применительно к исходным данным примеров 1, 2 имеет место

$$q_{i \max}^{\text{ВХ}} = 0,01, \quad q_{i \max}^{\text{ВЫХ}} = 0,001,$$

$$q_i^{\max} = 1 - R_{\text{ПТ}}^i(t_0, t_0 + \tau_i) \left(1 - q_{i \max}^{\text{ВХ}}\right) \left(1 - q_{i \max}^{\text{ВЫХ}}\right) = 0,02088$$

и

$$Q_i^{\max q} = \langle 0,02088; 18,1 \rangle.$$

4. Максимальный по последствиям событий риск при решении  $i$ -ой задачи

$$Q_i^{\max z} = \langle q_i; \left(z_i^{\max}\right), z_i^{\max} \rangle, \quad (7)$$

$$z_i^{\max} = \max\{z_{ij}^{\text{ВХ}}, z_{ij}^{\text{ВЫХ}}, j = 1, 2, \dots, z_{\text{ПТ}}\}.$$

Пример 4. Для исходных данных пример 1, 2 получаем

$$z_i^{\max} = \max\{10; 100; 5; 50; 15\} = 100$$

и

$$Q_i^{\max z} = \langle 0,001; 100 \rangle.$$

5. Интервальное значение риска:

$$Q_i^{\text{ИНТ}} = \left\langle \left[ q_i^{\text{Н}}, q_i^{\text{В}} \right]; \left[ z_i^{\text{min}}, z_i^{\text{max}} \right] \right\rangle, \quad (8)$$

$$z_i^{\text{min}} = \min \left\{ z_{ij}^{\text{ВХ}}, z_{ij}^{\text{ВЫХ}}, j = 1, 2, \dots, z_{\text{ПТ}} \right\},$$

$$z_i^{\text{max}} = \max \left\{ z_{ij}^{\text{ВХ}}, z_{ij}^{\text{ВЫХ}}, j = 1, 2, \dots, z_{\text{ПТ}} \right\},$$

здесь  $q_i^{\text{Н}}, q_i^{\text{В}}$  – нижняя и верхняя границы вероятностей событий с негативными последствиями.

Пример 5. Применительно к исходным данным примеров 1, 2 имеет место:

$$z_i^{\text{min}} = 5; z_i^{\text{max}} = 100; q_i^{\text{Н}} = 0,0001; q_i^{\text{В}} = 0,01$$

и

$$Q_i^{\text{ИНТ}} = \langle [0,0001; 0,01], [5; 100] \rangle.$$

Введенные показатели надежности позволяют решать следующие задачи повышения эффективности ИС.

1. Учитывать в полной мере эргатическую составляющую системы в виде принятия ошибочных управленческих решений при недостаточной квалификации и опыте работы пользователя.

2. Использовать особенности аспектов понятия информации для управления рисками.

3. Оценивать риски при развитии информационных систем, связанных с расширением номенклатуры решаемых задач.

#### *Список литературы*

1. ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения. – М. : Изд-во стандартов, 1990.

2. ГОСТ 24.701–86. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения. – М. : Изд-во стандартов, 1986.



3. ГОСТ Р 51901–2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. – М. : Госстандарт России, 2002.

4. ГОСТ Р 51901.14–2005 (МЭК 61078:1991). Менеджмент риска. Метод структурной схемы надежности. – М. : Стандартинформ, 2005.

5. Бобровский, С. Информация – это не данные // PC WEEK/RE. – 2006. – 5 ноября. – С. 34.

---

## RELIABILITY AND RISKS OF INFORMATION SYSTEMS

D.Yu. Muromtsev, V.N. Groshev

**Key words and phrases:** information; parameters of reliability; an estimation of risks; probability of negative event; a consequence of event.

**Abstract:** Considered aspects of an estimation of reliability and risks of information systems. Entered parameters of reliability and risks. Formulated the principles, which used at an estimation of reliability and risks of information systems.