

ISSN 1561-5359

Національна академія наук України  
Інститут проблем штучного інтелекту

**ШТУЧНИЙ  
ІНТЕЛЕКТ**

**4'2006**

---

Национальная академия наук Украины  
Институт проблем искусственного интеллекта

**ИСКУССТВЕННЫЙ  
ИНТЕЛЕКТ**

**4'2006**

---

National Academy of Sciences of Ukraine  
Institute of Artificial Intelligence

**ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE**

**4'2006**



ІІІІ МОН і НАН України «Наука і освіта»

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Головний редактор</b>       | <b>Анатолій Іванович Шевченко,</b><br>чл.-кор. НАНУ, професор, доктор технічних наук, доктор богослов'я,<br>директор Інституту проблем штучного інтелекту  |
| <b>Редакційна колегія</b>      | <b>Л.А. Білозерський,</b> к.т.н.<br><b>С.М. Вороний,</b> к.т.н.<br><b>В.П. Гладун,</b> професор, д.т.н.<br><b>Ю.І. Журавльов,</b> академік РАН (Москва)<br><b>І.А. Каляєв,</b> професор, д.т.н. (Таганрог)<br><b>Ю.В. Капітонова,</b> професор, д.ф.-м.н.<br><b>І.М. Коваленко,</b> академік НАНУ<br><b>Роман Куц,</b> професор, Єльський університет (Нью-Гейвен, США)<br><b>С.В. Мащенко,</b> к.т.н.<br><b>К.М. Нюнькін,</b> к.ф.-м.н.<br><b>Ю.І. Самойленко,</b> чл.-кор. НАНУ<br><b>В.І. Скурихін,</b> академік НАНУ<br><b>В.М. Ткаченко,</b> с.н.с., д.т.н.<br><b>В.І. Черній,</b> професор, д.мед.н.<br><b>А.О. Чикрій,</b> чл.-кор. НАНУ<br><b>В.Ю. Шелепов,</b> д.ф.-м.н.<br><b>А.П. Шпак,</b> академік НАНУ |
| <b>Відповідальний редактор</b> | <b>С.Б. Іванова,</b> заступник директора<br>Інституту проблем штучного інтелекту   |
| <b>Відповідальний секретар</b> | <b>І.С. Сальников,</b> кандидат технічних наук,<br>вчений секретар Інституту проблем штучного інтелекту  |

---

**Свідоцтво про державну реєстрацію** КВ № 1803 від 20.11.1995 р., ISSN 1561-5359  
*Журнал «Штучний інтелект» внесено до переліку журналів ВАК України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів кандидата й доктора наук за спеціальностями «Фізико-математичні науки» та «Технічні науки»*

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту проблем штучного інтелекту  
МОН і НАН України. Протокол № 6 від 25 серпня 2006 р.  
Електронна версія попередніх номерів знаходиться на web-сервері інституту (м. Донецьк)  
<http://www.iai.donetsk.ua>*

## Раздел 5

# Интеллектуальные системы принятия решений и управления

УДК 004.891, 004.052, 681.883

*А.А. Тимченко*

Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина  
tymchenko@uch.net

*В.П. Мельник*

Черкасский институт пожарной безопасности МЧС Украины, г. Черкассы, Украина  
poiskoviks@rambler.ru

*Н.В. Подгорный*

УМВД Украины в Черкасской области, г. Черкассы, Украина  
pmv@majar.com

## Основы безопасности и надежности экспертных систем в задачах управления логики-динамическими системами

В работе проводится анализ основ безопасности и надежности экспертных систем в задачах управления логики-динамическими системами, а также рассмотрена общая модель структурной надежности, базирующейся на рассмотрении отказов как неотъемлемой части процесса управления безопасности логики-динамическими системами.

## Состояние и тенденции развития систем искусственного интеллекта

Программные средства, базирующиеся на технологии и методах искусственного интеллекта (ИИ), получили значительное распространение в мире. Значительный вклад в развитие науки об искусственном интеллекте, а также решение задач управления и развития многопроцессорных автоматизированных систем внесли такие известные ученые, как А.И. Шевченко, В.П. Гладун, О.В. Палагин, Б.М. Петрова, М.В. Старикова, Е.П. Попов, С. Уолли, И. Рид и т.д.

Важность экспертных систем (ЭС) и нейронных сетей состоит в том, что данные технологии существенно расширяют круг практически значимых задач, которые можно решать на компьютерах, и их решение приносит значительный экономический эффект. В то же время технология экспертных систем является важнейшим средством в решении глобальных проблем традиционного программирования: длительность и, следовательно, высокая стоимость разработки приложений; высокая стоимость сопровождения сложных систем; повторная используемость программ и т.п.

Экспертные системы (ЭС) – яркое и быстро развивающееся направление исследований в области искусственного интеллекта. Отличительная их черта – способность накапливать знания и опыт квалифицированных специалистов (экспертов) в какой-либо области. Затем, пользуясь этими знаниями, пользователи ЭС, не имеющие необходимой квалификации, могут решать свои задачи почти столь же успешно, как это делают эксперты. Такой эффект достигается за счет того, что система в своей работе воспроизводит примерно ту же цепочку рассуждений, что и человек-эксперт.

Рассмотрим некоторые из основных понятий используемых нами в статье:

1. Экспертная система (ЭС) – это набор программ или программное обеспечение, которое выполняет функции эксперта при решении какой-либо задачи в области его компетенции. ЭС, как и эксперт-человек, в процессе своей работы оперирует со знаниями. Знания о предметной области, необходимые для работы ЭС, определенным образом формализованы и представлены в памяти ЭВМ в виде базы знаний, которая может изменяться и дополняться в процессе развития системы.

2. Понятие «безопасность» определено как состояние достаточно малого риска.

3. Под «надежностью» определяется свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования [3].

Под динамической системой понимают любой объект или процесс, для которого однозначно определено понятие состояния как совокупности некоторых величин в данный момент времени. Динамические системы – это механические, физические, химические и биологические объекты, вычислительные процессы и процессы преобразования информации, совершаемые в соответствии с конкретными алгоритмами. На данный момент существует огромное количество работ, посвященных анализу и синтезу систем автоматического регулирования и управления с логическими устройствами, с помощью которых успешно решены много задач автоматического управления. В последнее время это направление развивалось в работах, посвященных разработке теории систем автоматического регулирования и управления, которые и были названы системами *логико-динамического класса* [2].

Объединение всех видов программных продуктов и их отдельных компонентов в единую ЭС признано экономически выгодным, так как применение ЭС позволяет существенно сократить расходы на подготовку квалифицированного персонала, дальнейшую проверку работоспособности и надежности разрабатываемых и исследовательских систем, а также уменьшить время проектирования и(или) исследования.

Новые задачи управления в системах логико-динамического класса.

1. Задача управления логико-динамической системой объединяет в общем случае две иерархически благоустроенные и математически разнородные задачи:

а) задачу синтеза входного влияния  $u_k \in U$  для локального обобщенного состояния  $q_v$  (нижний уровень);

б) задачу полного приведения в порядок дискретных переходов на конечном множестве структур  $f_s \in F$  (верхний уровень).

2. Известный принцип (постулат) Беллмана: управление  $q_v$  является функцией фазового состояния (т.е.  $u_k = U(x)$ ) и оказывается недостаточно полным в случае иерархических систем выделенного класса. Этот принцип следует расширить к такой форме: управление является функцией приведения в порядок последовательности структурных состояний  $q_v$  (верхний уровень) и числовых значений фазовых состояний  $x(t)$  (нижний уровень).

3. Задача полного приведения в порядок (управление верхнего уровня) может быть сведена к синтезу закона функционирования инициального конечного автомата как комбинаторной части системы  $\sum\{\sum.\}$ .

4. Задача глобальной оптимизации логико-динамической системы содержит две иерархически благоустроенные задачи:

- а) задачу синтеза оптимальных управляющих влияний  $q_k \in U$  по локальной стационарности структуры (нижний уровень);
- б) задачу оптимального приведения в порядок конечного множества структур системы  $F \{fs\}$  (верхний уровень).

Сформулированные задачи управления в системах логико-динамического класса нуждаются в полной постановке и создании средств их решения. Эти задачи, не традиционные даже для современной теории автоматического управления, мало исследованы. Они имеют разные аспекты в математическом, вычислительном, техническом и методологическом понимании. Интересны прежде всего вопросы системного проектирования нового класса систем [2].

## Построение общей модели структурной надежности

Классические аппаратные надежностные модели базируются на рассмотрении отказов, при этом проектными ошибками пренебрегают. Поскольку в программном обеспечении (ПО) отсутствуют отказы, которые обусловлены проектными ошибками, аппаратные модели не могут быть непосредственно перенесены на ПО.

Качество системы в основном определяется тем, насколько она соответствует поставленным требованиям. Это свойство часто называют ее *приспособленностью*. К сожалению, это ее свойство не поддается отображению конкретными параметрами и поэтому не может быть измерено. Вот почему в практике используются методы, которые по крайней мере частично позволяют оценить качество системы. Далее делается попытка оценки приспособленности системы на основании показателей качества, таких, как надежность, безопасность, полезность, измеримость и приспособляемость. Но не только полезность системы способствует ее успешному применению, но также и экономичность, т.е. то, что при определенных затратах на ее создание она будет эффективно реализована.

Задачей общей модели надежности является выражение функции надежности  $Z$  через вероятностно заданные свойства системы и статистику входных данных процесса. Свойства системы, а значит, и ее описание (дескриптор) могут изменяться во времени. Поскольку свойства системы в общем случае могут быть описаны лишь вероятностно, зависящее от времени описание приходится воспринимать как стохастический процесс. Для его описания вводятся мгновенные вероятности  $\mu_t$ :  $\mu_t(Q)$  – вероятность того, что система в момент времени  $t$  характеризуется описанием  $Q$ .

Вероятностное представление свойств системы включает встроенные ошибки, сбои, ремонты, обслуживание аппаратных средств и ПО. Для простоты будем исходить из дискретных вероятностных пространств.

Входные данные и условия окружающей среды будут также описываться вероятностно:  $\mu_x(x)$  – вероятность того, что входные величины принимают значения  $x$ . Исходим из предпосылки, что вход и свойства системы статистически взаимно независимы. Поэтому вероятность одновременного появления значения  $Q$  и комплекта входных данных  $x$  будет равна произведению  $\mu_t(Q) \cdot \mu_x(x)$  каждой из вероятностей.

Вероятность отказа  $p(Q)$ , зависящая от описания (т.е. при определенном значении дескриптора  $(Q)$ ), равна сумме вероятностей всех таких входных данных  $x$ , для которых  $x \in Q$ , или

$$p(Q) = \sum_{x: x \in Q} \mu_x(x).$$

Обозначая через  $r_i(x)$  зависящую от данных вероятность отказов, получаем сумму вероятностей тех значений  $Q$ , для которых (при заданном  $x$ ) система откажет, т.е.  $x \in Q$ . Так как вероятности  $Q$  в общем случае зависят от времени, то и для зависящей от данных вероятности отказов

$$r(x) = \sum_{Q|x \in Q} \mu_i(Q)$$

Средняя вероятность отказов  $p_i$  является вероятностью отказов, когда реализация системы и комплект входных данных выбраны случайно независимо друг от друга.

Таким образом, эта вероятность будет равной сумме вероятностей всех пар  $(Q, x)$  дескрипторов и входных данных для  $x \notin Q$ :

$$p_i(Q) = \sum_{(Q,x)|x \notin Q} \mu_i(Q) \mu_x(x)$$

Различные вероятности отказов взаимосвязаны следующей зависимостью:

$$p = \sum_Q p(Q) \mu_i(Q) = \sum_x r_i(x) \mu_x(x)$$

Это означает, что средняя вероятность отказов равна средней вероятности отказов, зависящей от дескрипции, и вероятности отказов, зависящей от данных. Для подтверждения этого нужно лишь для каждой формы выбрать подходящее суммирование:

$$\sum_{(Q,x)|x \notin Q} \dots = \sum_Q \sum_{x|x \notin Q} \dots = \sum_x \sum_{Q|x \notin Q} \dots$$

Дескрипции можно объединять с соответствующими вероятностями отказов. Такое объединение дескрипций называют «состоянием ошибки». Каждому состоянию ошибки  $F_k$  соответствует вероятность отказа  $v_k$ , которая определяется по содержащейся в ней дескрипции

$$v_k = p(Q) \text{ для } Q \in F_k.$$

Состояние ошибок будем воспринимать как ряд вероятностей отказов  $v_k \triangleq v_{k+1}$ . Вероятность  $q_k(t)$  состояния ошибки  $F_k$  равна сумме вероятностей содержащихся в нем дескрипций:

$$q_k(t) = \sum_{Q|Q \in F_k} \mu_i(Q)$$

Состояние ошибок  $F_0$  должно содержать только дескрипции корректной системы:

$$F_0 = \{\text{dom}(R)\}.$$

Вероятность значения  $F_0$  является вероятностью корректности системы. Она задается соотношением

$$q_0(t) = \mu_i(\text{dom}(R)).$$

Для расчета функции надежности  $Z(t)$  введем состояния  $S_k$ : состояние  $S_k$  имеет место только тогда, когда состояние ошибки равно  $F_k$  и система до этого момента еще не имела отказа. С возникновением первого отказа система переходит в состояние  $S_0$ .

При условиях, что:

а) требование по интенсивности  $h$  (числу входных данных в единицу времени) постоянно, ввод каждого данного можно рассматривать как концентрированный во времени,

б) система не обладает памятью в том смысле, что поведение с отказами по входным данным не зависит от предыдущих входных данных, интенсивность отказов  $\lambda_{k\infty}$  состояния ошибки  $F_k$  будет определяться соотношением:

$$\lambda_{k\infty} = hv_k.$$

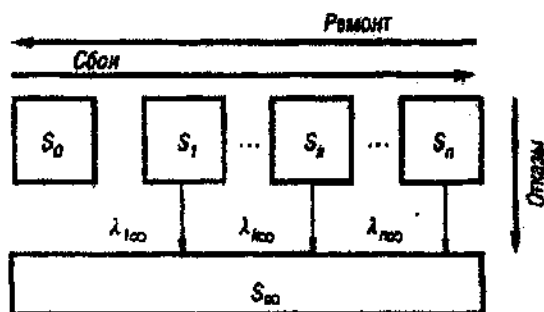


Рисунок 1 – Общая модель надежности

Величина  $\lambda_{k\infty}$  является интенсивностью перехода от состояния  $S_k$  к состоянию  $S_\infty$ . Этой констатацией получают общую модель надежности, что на рис. 1 представлено как абстрактный граф состояний перехода. В этой модели преднамеренно оставлен открытым вопрос о том, какие в принципе переходы возможны между состояниями  $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$  и как они математически описываются. Описание марковскими процессами не подразумевается.

Состояния  $S_k, k \in \{0, 1, 2, \dots, n, \infty\}$ , возникают при вероятностях  $P_k(t)$ , зависящих от времени.  $P_\infty(t)$  является вероятностью того, что система в период времени от 0 до  $t$  по крайней мере один раз имела отказ. Поэтому получаем

$$Z(t) = 1 - P_\infty(t).$$

К моменту времени, равному нулю, система еще не имела ни одного отказа  $Z(0) = 1$ , или, что то же,  $P_\infty(0) = 0$ , и вероятности состояний  $S_k$  и  $F_k$  одинаковы:

$$P_k(0) = q_k(0) \text{ при } k = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Интенсивность отказов системы  $\lambda(t)$  пригодна для графического представления ожидаемого поведения при отказах системы в целом. Она означает следующее: при условии того, что система до момента времени  $t$  еще не имела отказов, вероятность того, что в ней на интервале времени от  $t$  до  $t + \Delta t$  возникнет отказ, будет приблизительно равна  $\Delta t \lambda(t)$ , при малом значении  $\Delta t$ . Интенсивность отказов в системе, согласно VDI 4004/2, может быть определена по функции надежности:

$$\lambda(t) = -\frac{d \ln(Z(t))}{dt} = \frac{dZ(t)/dt}{Z(t)}.$$

Если  $hv_k$  является интенсивностью отказов при состоянии ошибок  $F_k$ , тогда формирование среднего значения по всем состояниям ошибок даст среднюю интенсивность отказов. Среднее значение по всем состояниям ошибок равно среднему значению по всем дескрипторам. Поэтому все интенсивности отказов могут быть представлены через среднюю вероятность отказов:

$$\sum_{k=1}^n hv_k q_k(t) = hp_t.$$



следует, однако, поспешно отождествлять среднюю интенсивность отказов  $hr_t$  с системной интенсивностью отказов  $\lambda_{(t)}$ . Все зависит от применяемой меры вероятности для состояний ошибки и сопровождающих ее условий: системная интенсивность отказов предполагает предыдущую работу без отказов, а средняя интенсивность сбоев, наоборот, учитывает процессы отказов и ремонтов.

В зависимости от предпосылок и желательных характеристик целесообразно в одних случаях выбирать как показатель надежности среднюю величину вероятности отказов  $p_t$ , а в других – системную интенсивность отказов  $\lambda_{(t)}$ .

## Концепция безопасности и надежности при управлении логико-динамическими системами

Контроль автоматизированных технических установок человеком или искусственными экспертами базируется обычно на оправдавших себя классических методах анализа сигналов, определения параметров, распознавания образов и т.п. При обнаружении изменений в поведении системы происходит остановка производственного процесса или снижение нагрузки до однозначного определения причины нарушения и оценки ее последствий с точки зрения указанных критериев [1].

Анализ надежности обычно проводится на разных стадиях разработки и конструирования и ограничивается общей оценкой системы, возможными повреждениями, ремонтами и модификациями, которые предстоят после ввода в эксплуатацию. На этой заключительной стадии обычно не проводится моделирование и определение параметров системы. Оценка безопасности и надежности системы в указанном случае в значительной мере определяется опытом производственного персонала и в значительной мере подчинена человеческим, субъективным влияниям. Представляется целесообразным и реализуемым привлечение для этого методов, основанных на моделировании детектирования ошибок с использованием ЭС. Целесообразно объединить диагностику ошибок, с одной стороны, и методический инструментарий технической надежности, с другой, для реализации концепции безопасности, надежности и управления, при этом сложив все знания в одну ЭС.

Целью этой концепции является реализация контура регулирования для получения подходящих параметров безопасности и надежности. Возмущающими величинами такого контура регулирования являются влияния старения, появляющиеся повреждения и при определенных условиях задаваемые установки технического управления. Компенсация влияния повреждений может выполняться воздействием на влияющие производственные параметры реструктурированием системы или путем управляемого влияния мероприятий по обслуживанию и ручными вмешательствами.

## Контроль динамического состояния

Этот контроль может осуществляться разными способами. Классические методы имеют преимущества благодаря их простоте и легкой реализации [1], но они имеют недостатки в части однозначности их диагностических выводов. Современные методы используют системные знания для выделения специфических ошибок. Это, однако, часто ведет к возрастанию чувствительности в отношении точности примененных знаний о системе и ошибках. Необходимо учитывать, что:

1. Рассматриваемые влияния могут быть с точки зрения безопасности либо приемлемыми, либо не очень. Далее ведется рассмотрение в основном в аспекте показателей надежности, так как все множество влияний рассматривается в их общих проявлениях.

2. Методы анализа сигналов, обнаружение и оценка данных реализуются довольно просто, но разделение по причинам, местам возникновения или другим критериям не является достаточно четким. Они часто служат для формулирования высказываний вида: «что-то изменилось».

3. Методы, опирающиеся на модели, являются трудоемкими в реализации, так как они предполагают системные знания, но в то же время они обеспечивают высказывания вида: «возникла ошибка типа  $x_i$ ». В лучшем случае возможны заключения об изменениях вида: «в системе возникло нарушение  $z_i$ » по физической причине. Но это заключение не должно быть однозначным. Методы, базирующиеся на моделях, зависят от моделей знаний и поэтому чувствительны в отношении неточностей описания исходной ситуации, предполагаемой как нормальная и свободная от ошибок.

4. Пока не существует легко реализуемых идеальных методов контроля с однозначным высказыванием в отношении интерпретации наблюдаемых изменений и их однозначной связи с физическими причинами. Однако эти высказывания не представляют затруднений в многочисленных успешных применениях методов анализа сигналов или оценки достоверности, т.е. в большинстве простых задач контроля. В последних работах делается попытка усовершенствования робастности методов, опирающихся на модели.

В автоматизированных системах в энергетике, а также в воздушных сообщениях и космической технике по соображениям безопасности и одновременно экономическим соображениям требуются интеллектуальные высказывания о текущем состоянии системы. В этих областях применений системы должны продолжать нормальную работу вопреки изменениям, обусловленным старением или повреждениями. Это целесообразно и необходимо для того, чтобы:

- обеспечить безопасную эксплуатацию объекта, так как, например, экстренные или многократные остановки системы могут быть связаны с большими опасностями, чем продолжение работы с ограниченной мощностью;
- обеспечить экономичную работу, поскольку не каждое детектированное повреждение или физическое изменение в системе приводит к потере безопасности или надежности работы объекта [2].

## Процедура определения показателей надежности

К подлежащим определению показателям надежности относятся:

- а) интенсивность отказов при моделировании текущего состояния системы;
- б) вероятность отказов, описывающая предысторию системы.

Основанием для преобразования параметров управления и надежности является знание о текущем состоянии системы. Это преобразование может осуществляться классическими методами или методами, использующими опытные знания производственного персонала.

При управлении надежностью в модулях безопасности содержатся взаимосвязи между величинами, характеризующими процесс, и производственными параметрами как основа для определения в замкнутом контуре показателей надежности. Обратное использование этих взаимосвязей в различных вариантах с применением влияющих управляющих воздействий дает результаты управления надежностью с помощью ЭС. В принципе могут быть как эти, так и другие влияния, например, мероприятия по наблюдению и обслуживанию, воздействие которых на показатели надежности известны и поддаются соответствующей формулировке.

Существенными требованиями к взаимодействию основных элементов между собой и системой являются:

- 1) пригодность (особенно в части диагноза повреждений) для системы, модифицированной вследствие ошибок и нарушений;
- 2) наличие интерфейсов для коммуникации модулей;
- 3) наличие аналитических или эвристических знаний о влиянии ошибок и повреждений на показатели надежности системы и компонент.

Это представляет собой дальнейшие области применения рассматриваемого подхода – безопасности и надежности ЭС, так как имеющиеся отдельные модули не рассчитаны на совместимость в концепции безопасности и надежности. Расширение возможностей модулей заключается в следующем:

- адаптации имеющихся алгоритмов детектирования ошибок и диагноза повреждений к намеченной области применений, как, например, детектирование трещин в вале турбины, обсуждаемое в работе;
- накоплении знаний о влиянии специфических повреждений на показатели надежности системы;
- использовании зависимости от производственных параметров в системе управления надежностью.

Для приближения общего представления взаимозависимостей к реальности требуется точная формулировка отдельных влияний. Это возможно, однако, лишь в редких случаях. Во многих областях применений могут быть использованы знания, полученные на моделях из механизмов физических взаимодействий между нагрузками и интенсивностью отказов. В таких случаях используется выходной сигнал модуля интеллектуального диагноза повреждения.

Если такой подход в конкретном случае окажется не реализуемым, тогда остается лишь оценка ситуации, ориентированная на опыт, причем в этом варианте используется экспертная система и концепции моделирования.

На рис. 2 представлены основные каналы определения показателей надежности по данным измерений. Возможны различные пути для определения показателей надежности по измерению текущих величин системы. При этом используются перечисленные и описанные ниже определяемые на промежуточных уровнях величины процесса, нагрузки и внутрисистемные величины или параметры методами, опирающимися на модели. Эти промежуточные уровни функционируют как воображаемые интерфейсы между сигналами и показателями надежности.

Классические пути используют величины нагрузки системы с тем, чтобы по этим промежуточным величинам определять показатели надежности. В свою очередь для определения величин нагрузки возможны различные пути, например, непосредственное применение данных с процесса по сигналам (7), с определением внутренних состояний на базе наблюдателей за данными процесса (2) или применение методов оценки параметров (3), или комбинированных процедур (4). Современные экспертные системы ориентированы на использование эвристических знаний и фактических знаний о причинах или последствиях. Это не исключает оценку пригодности формулировок о взаимосвязях между изменениями в системе и о данных сигналов в смысле их влияния на показатели надежности [1].

Ясно, что «заглядывание во внутрь системы» для оценки физических изменений в аспекте реализации концепции безопасности и надежности приобретает большое значение, так как представляется возможность значительно легче обозреть последствия воздействий на надежность.

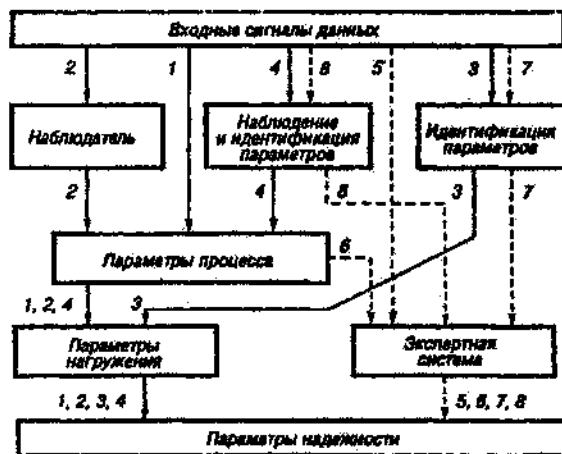


Рисунок 2 – Пути прохождения измеряемых величин для определения параметров надежности: 1, 2, 3, 4 – физические величины; 5, 6, 7 – феноменологические величины

Это «заглядывание», однако, не заменяет классические методы детектирования ошибок и диагноза нарушений.

## Выводы

Рассмотренные в статье основы безопасности и надежности экспертных систем в задачах управления логико-динамическими системами позволяют утверждать, что одной из основных задач исследований в этой области является контроль безопасности и надежности как программного обеспечения, так и технологического оборудования. Постановка таких задач управления, как приспособляемость, оптимизация, компенсация структурных изменений, должна быть составной частью многопроцессорных систем контроля и управления.

Определение надежностных параметров таких, как вероятности отказов, интенсивности отказов компонентов, модулей или системы, является задачей количественных методов технической надежности. Целесообразно объединить диагностику ошибок, с одной стороны, и методический инструментарий технической надежности, с другой, для реализации концепции безопасности, надежности и управления, при этом сложив все знания в одну ЭС.

## Литература

1. Архангельский В.И., Богаенко И.М., Грабовский Г.Г., Рюмин М.О. Человеко-машинные системы автоматизации: управление качеством, безопасностью, надежностью. – К.: НВК «КИА», 2000. – 296 с.
2. Тимченко А.А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів // Основы системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки: Навч. посібник / За ред. Ю.Г. Леги. – К.: Либідь, 2004. – 288 с.
3. ДСТУ 2860 – 94 «Надійність техніки» Терміни та визначення.

*А.А. Тимченко, В.П. Мельник, М.В. Подгорний*

Основы безпеки та надійності експертних систем у завданнях керування логіко-динамічними системами  
У роботі проводиться аналіз основ безпеки й надійності експертних систем у задачах керування логіко-динамічними системами, а також розглянута загальна модель структурної надійності, що базується на розгляді відмов як невід'ємної частини процесу керування безпеки логіко-динамічними системами.

*A.A. Timchenko, V.P. Melnik, N.V. Pydgornii*

Bases of Safety and Reliability of Expert Systems in Problems of Management of Logical and Dynamic Systems  
This article is devoted to the analysis of basement expert system's safety and reliability in the tasks of logical and dynamic systems management. The general model of structural reliability based on consideration of refusals as integral part of managerial process of safety logical and dynamic systems is considered.

Статья поступила в редакцию 19.06.2006.

|  |     |
|--|-----|
| <i>Романова Т.Е., Ступак Е.А.</i> Полный класс Ф-функций для круговых сегментов и базовых объектов.....  | 232 |
| <i>Ручкин К.А., Трофимов В.В.</i> Численный анализ динамических систем с помощью показателей Ляпунова.....   | 243 |
| Раздел 4   |     |
| Нейросетевые технологии  |     |
| <i>Андреев А.В., Скоринов Д.А.</i> Алгоритмы слияния данных в биометрических системах и применение в них нейросетевых технологий.....  | 253 |
| <i>Ахметшина Л.Г., Ахметшин А.М.</i> Адаптивная инверсная фильтрация низкоконтрастных изображений на основе комбинации методов автоморфного отображения и нейросетевого синтеза.....                                   | 264 |
| <i>Гитис В.Б., Ваноян К.С.</i> Оценка рисков коммерческих банков при кредитовании предприятий на основе карт Кохонена.....   | 275 |
| <i>Грищенко А.В.</i> Диагностирование заболеваний на базе нейронных сетей.....   | 281 |
| <i>Крисилов В.А., Кондратюк А.В., Чумичкин К.В.</i> Метод повышения чувствительности нейронной сети к исходным данным.....   | 290 |
| <i>Крыжановский М.В., Магомедов Б.М., Крыжановский Б.В.</i> Доменная модель нейронной сети и ее применение к задачам оптимизации.....  | 297 |
| <i>Малышев В.А.</i> Методы нечеткой логики и нейротехнологии в системах управления ГЭУ.....  | 309 |
| <i>Нестеренко Б.Б., Новотарский М.А.</i> Многослойные клеточные нейронные сети для решения краевых задач.....  | 313 |
| <i>Савельев А.В.</i> Источники вариаций динамических свойств нервной системы на синаптическом уровне в нейрокомпьютинге.....   | 323 |
| Раздел 5   |     |
| Интеллектуальные системы принятия решений и управления   |     |
| <i>Антонова Е.И., Рябцев Т.В., Бенгер Р.В.</i> Модель системы интеллектуального управления «ненадежными элементами».....   | 340 |
| <i>Артемченко О.В.</i> Применение искусственных нейронных сетей в задаче принятия решения на вылет.....  | 348 |
| <i>Асельдеров З.М., Молчановский А.И.</i> Организация базы знаний в системе автоматического доказательства теорем САД.....   | 353 |
| <i>Баркалов А.А., Бабаков Р.М., Ахмад Фуад Хамада Бадер</i> Моделирование автомата Мили с кодированием наборов фрагмента микроопераций.....  | 361 |
| <i>Бунь Р.А.</i> Комп'ютерна система розподіленої інвентаризації парникових газів як засіб прийняття ефективних управлінських рішень.....  | 368 |
| <i>Воловник А.Д., Семенов В.В., Сеилов М.А.</i> Определение времени замены оборудования с позиции задачи динамического программирования.....   | 377 |
| <i>Воловник А.Д., Тенев В.А.</i> Применение генетического алгоритма с вещественным кодированием для настройки модели управления интеллектуальным капиталом банка.....  | 383 |
| <i>Даринцев О.В.</i> Система управления коллективом микророботов.....  | 391 |
| <i>Евсеева Л.Г., Романова Т.Е.</i> Интервальный конус.....   | 400 |
| <i>Залевский А.В., Столярчук Н.В.</i> О компьютерном решении задач авиационного менеджмента.....   | 406 |
| <i>Королюк Н.А., Тимочко А.И., Касьян О.В.</i> Метод описания элементов системы поддержки принятия решений при назначении воздействий истребителями с использованием логико-лингвистических иерархических моделей..... | 414 |
| <i>Кривонос Ю.Г., Писаренко В.Г., Писаренко Ю.В.</i> Формирование информационно-аналитической системы поддержки задач раннего обнаружения, доразведки и нейтрализации опасных экологических происшествий.....          | 420 |
| <i>Луц В.К.</i> Современные тенденции развития информационных технологий.....  | 426 |
| <i>Мамедова М.Г., Джабраилова З.Г.</i> Планирование и прогнозирование рынка труда на основе методики многовариантного сценарного анализа.....  | 433 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Маслова Н.А.</i> Концептуальные особенности построения интеллектуальных корпоративных систем предприятий водоснабжающей отрасли.....   | 443 |
| <i>Межуев Н.В., Варламов О.О., Игнатов А.И., Котов К.Ю., Монахов Д.В., Каменцева И.Ю., Адамова Л.Е.</i> О развитии метода анализа иерархий для решения системно-экономических задач в целях повышения конкурентоспособности операторов электросвязи ..... | 453 |
| <i>Николайчук О.А., Юрин А.Ю.</i> Прототип интеллектуальной системы для исследования технического состояния механических систем .....   | 459 |
| <i>Прокопчук Ю.А.</i> Разработка структуры базы знаний медицинской интеллектуальной системы на основе формализма .....  | 469 |
| <i>Сабадаш А.И., Улезько С.Я.</i> Конфигурирование отображений состояния судовых ЯЭУ .....  | 475 |
| <i>Софронова М.С.</i> Моделирование размещения $n$ -мерных параллелепипедов в $n$ -мерной области с учетом зон запрета .....  | 478 |
| <i>Субботин С.А., Олейник А.А.</i> Выбор набора информативных признаков для синтеза моделей объектов управления на основе эволюционного поиска с группировкой признаков .....   | 488 |
| <i>Тимченко А.А., Мельник В.П., Подгорный Н.В.</i> Основы безопасности и надежности экспертных систем в задачах управления логико-динамическими системами .....   | 495 |
| <i>Тимова В.Ю.</i> Інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень для оперативно-чергових служб .....   | 504 |
| <i>Черняховская М.Ю., Никифорова Н.Ю.</i> Информационная база для интеллектуальной дистанционной поддержки обследования больных .....   | 510 |
| <i>Чёрный С.Г.</i> Моделирование оперативного управления производством .....  | 520 |

Раздел 6

Обучающие и экспертные системы

|  |     |
|--|-----|
| <i>Гнатчук Є.Г.</i> Опрацювання нечіткої інформації в нечіткій експертній системі діагностування комп'ютерних засобів .....  | 526 |
| <i>Кодачигов В.И., Гребень И.С.</i> Мультимедийные технологии в музыкальном образовании.....   | 534 |
| <i>Кукина А.В.</i> Элементы координации в модели обучаемого на основе экспертных оценок .....  | 537 |
| <i>Нетавская Е.Г.</i> Структурно-онтологический подход к оптимизации процессов контроля знаний.....  | 541 |
| <i>Сальников И.С., Сальников Р.И.</i> Современные методы и методики изучения и диагностирования интеллектуально-психофизиологических состояний человека и способы их компьютерной аудио-визуальной терапии ..... | 548 |
| <i>Тыщук Р.В.</i> Принцип расширения Заде в задачах определения максимального потока в нечеткой сети.....  | 555 |
| <i>Штовба С.Д.</i> Навчання нечіткої бази знань за вибіркою нечітких даних .....   | 560 |

Раздел 7

Информационные технологии для работы с естественными языками и речью

|   |     |
|---|-----|
| <i>Viski R.</i> Computer-Based Seeking Acceptable Solutions to Word Formations.....                               | 572 |
| <i>Бондаренко А.В.</i> Automatic Question Answering System.....   | 579 |
| <i>Воронков Н.В.</i> К проблеме анализа текста в задаче русско-белорусского машинного перевода.....               | 585 |
| <i>Воронцов А.В.</i> Гибридные алгоритмы лексико-грамматического анализа текста .....                             | 593 |
| <i>Ефимова И.А., Лещинский В.А.</i> О кванторной алгебре предикатных операций .....                               | 603 |
| <i>Малащук Е.В.</i> Средства семантического поиска близких по общему контексту документов.....                    | 613 |
| <i>Поцення В.Н.</i> Разрешение местоименной анафоры в многоязычных информационных системах .....                  | 619 |
| <i>Харламов А.А., Жигулевцев Ю.Н.</i> Микропроцессорные средства построения встраиваемых речевых приложений ..... | 627 |