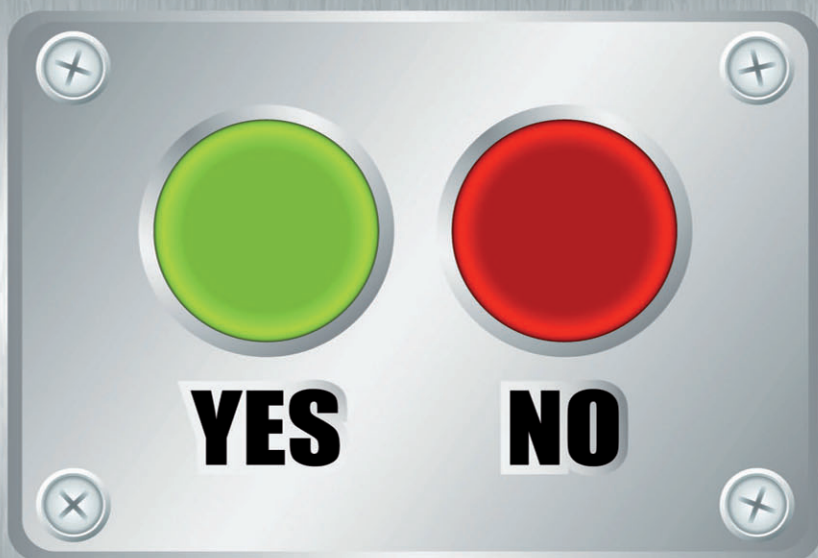




Анатолий Косолапов

Надёжность сложных систем

Методы и табличные модели оценки надёжности систем с нечёткими размытыми параметрами

Анатолий Косолапов

Надёжность сложных систем

**Методы и табличные модели оценки надёжности
систем с нечёткими размытыми параметрами**

LAP LAMBERT Academic Publishing

Impressum / Выходные данные

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу <http://dnb.d-nb.de>.

Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брендах и их можно использовать всем без ограничений.

Coverbild / Изображение на обложке предоставлено: www.ingimage.com

Verlag / Издатель:

LAP LAMBERT Academic Publishing

ist ein Imprint der / является торговой маркой

OmniScriptum GmbH & Co. KG

Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия

Email / электронная почта: info@lap-publishing.com

Herstellung: siehe letzte Seite /

Напечатано: см. последнюю страницу

ISBN: 978-3-659-57903-5

Copyright / АВТОРСКОЕ ПРАВО © 2014 OmniScriptum GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten. / Все права защищены. Saarbrücken 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1	
Краткий обзор размытых множеств.....	7
ГЛАВА 2	
Алгоритмы и табличные модели выполнения арифметических операций над размытыми множествами.....	11
2.1 Арифметическая обработка треугольных размытых множеств.....	11
2.2 Табличные модели обработки треугольных размытых множеств и анализ на их основе надёжности нечётких систем.....	14
2.2.1 Последовательные структуры.....	14
2.2.2 Параллельные структуры (системы с резервированием).....	15
2.2.3 Комбинированные структуры.....	18
2.3 Арифметическая обработка разнотипных размытых множеств на основе унифицированного кортежа.....	20
ГЛАВА 3	
Обобщённые структуры систем и модели оценки их нечёткой надёжности	25
3.1. Последовательная система.....	25
3.2. Параллельная система.....	25
3.3. Параллельно-последовательная система.....	26
3.4. Последовательно-параллельная система.....	27
ГЛАВА 4	
Типовые структуры и построение унифицированных таблиц обработки разнотипных размытых множеств.....	29
4.1 Методика решения задачи оценки надёжности.....	29
4.2 Инструментальные таблицы оценки показателей надёжности нечётких систем с разнотипными размытыми функциями принадлежности.....	38
ГЛАВА 5	
Практическое применение методики и инструментальных таблиц.....	41

ВЫВОДЫ.....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Надежность является вероятностной характеристикой системы, которая показывает, будет ли система выполнять возложенные на неё функции. Традиционно, надежность системы полностью описывается в контексте вероятностных измерений, но это до тех пор, пока информация о событиях в системе является достоверной. В реальных системах информация часто неточна и зависит от лингвистического представления. В этих условиях во многих случаях получить оценки точного значения вероятности становится всё труднее и труднее. Для того, чтобы справиться с недостаточной информацией, используется нечеткий подход [1; 9; 13] для оценки аварийного (неработоспособного) состояния.

Singer D. [12] представил нечеткий подход для построения дерева отказов и анализа надёжности, в котором относительные частоты основных событий рассматриваются как нечеткие числа.

Cai K.Y. [4] отметил, что традиционная теории надежности основана на двух основных предположениях.

(А) Предположение о бинарных (двоичных) состояниях: система точно определяется двумя состояниями – работоспособна или неработоспособна.

(Б) Предположение о вероятностях: поведение системы полностью характеризуется в контексте вероятностных измерений.

Тем не менее, из-за неточности и неполноты исходных данных, оценка точных значений вероятности становится во многих системах затруднительной. Далее Cai K.Y. представил новые два предположения.

(A') Предположение и нечётком состоянии: понимание отказа системы нельзя точно определить разумным путём. В любой момент времени система может находиться в одном из двух состояний: нечёткое состояние работоспособности или нечёткое состояние неработоспособности.

(Б') Предположение возможности: поведение системы может быть полностью охарактеризовано в контексте измерения возможности.

Cai K.Y. представил следующие три формы «нечёткой теории надежности».

(I) ProFuSt теория надежности, основана на предположениях вероятностей и нечетких состояний.

(II) PosBiSt теория надежности, основана на предположениях возможностей и бинарных состояниях.

(III) PosFuSt теория надежности, основана на предположении возможностей и нечётких состояниях.

Cheng C.H. и Mon D.L. [7] использовали интервальные зависимости для анализа надёжности нечетких системы. С помощью теоретических исследований и вычислительных экспериментов показали, что предлагаемый ими подход является более общим по сравнению с [3].

Chen S.M. [5] представил новый метод анализа надежности нечеткой системы с использованием упрощённых арифметических операций над нечеткими числами вместо сложных интервальных нечетких арифметических операций или сложных алгебраически расширенных нечетких чисел [3]. Далее Chen S.M. представил новый метод нечёткого анализа надежности системы, основанный

на упрощённых нечётких арифметических операциях на нечетких временных рядах с α -отсечениями.

Gau W.L. и Buahrer D.J. [8] расширили идею нечётких множеств размытыми множествами. Chen S.M. [6] предложил арифметические операции над размытыми множествами и на этой основе представил новый метод анализа надёжности нечеткой системы.

Kumar A. [10] расширил понятие треугольного размытого множества идеей трапециевидных размытых множеств и предложил соответствующие методы оценки надёжности нечёткой системы.

До сих пор в литературе обсуждаются вопросы выполнения арифметических операций между различными типами размытых множеств [11]. Однако, по-прежнему при анализе надёжности нечётких систем предполагается, что надёжность всех компонентов системы имеют один и тот же вид функций принадлежности [8]. Тем не менее, в практических задачах такая ситуация встречается редко. Следовательно, необходима методика, которая позволяла бы находить показатели надёжности нечетких систем с компонентами, которые имеют различные типы функций принадлежности.

Цель работы - разработать унифицированное описание показателей надёжности нечётких систем с размытыми границами и различными видами функций принадлежности в виде кортежа

$$\langle [a_1, b_{11}, b_{12}, c_1]; [a_2, b_{21}, b_{22}, c_2]; \mu_1, \mu_2 \rangle.$$

Для предложенной структуры кортежа рассмотреть новый алгоритм выполнения различных арифметических операций между различными видами расплыв-

чатых множеств и предложить табличные методы анализа надежности нечетких систем. В исследовании обобщить известные работы в этой области [3-7].

Для иллюстрации вышеизложенного подхода привести оценку надежности последовательной, параллельной, параллельно-последовательной и последовательно-параллельной нечетких систем, состоящих из четырех компонентов. Показать пример практического применения предложенной методики и разработанных инструментальных средств её автоматизации.

ГЛАВА 1

КРАТКИЙ ОБЗОР РАЗМЫТЫХ МНОЖЕСТВ

В процессе проектирования и технического перевооружения сложных систем (здесь и далее изложение будем вести на примере железнодорожных сортировочных станций, которые относятся к классу сложных автоматизированных организационно-технологических систем [2]) при использовании новых устройств мы не можем в численном виде выразить их технические характеристики и влияние различных факторов на процесс функционирования системы.

Эти факторы обычно имеют некоторую неопределенность и языковые неточности в их определении, что связано со следующими обстоятельствами.

Большинство систем управления на сортировочных станциях и горках являются слишком дорогими и сложными, и экспериментального измерить их характеристики в реальных условиях эксплуатации достаточно сложно, так как это сопряжено с производственными потерями. Поэтому пользуются экспертными оценками для выявления сбоев в системах. Однако, оценки экспертов обычно являются неопределенными и ситуации описываются различными синтаксическими конструкциями.

Нормальное или ненормальное состояние системы нельзя точно определить, потому что в ней реализуются функции при некоторых ограничениях и не гарантируется 100% надежность системы и её устройств.

Станционные системы автоматизации включают устройства, построенные на различной элементной базе - механические, релейные, электронные. Мы не

можем исключить любую возможность сбоев системы, включая системы электроснабжения, природные условия и, конечно, человеческий фактор.

Поэтому предлагается использовать для анализа надежности нечетких систем автоматизации сортировочных станций нечёткие размытые множества, которые помогут решать различные проблемы. В данном случае эксперты должны только указать диапазоны уровней доверия, соответствующие состояниям отказа в устройствах системы.

Рассмотрим основные определения размытых множеств [8]. Пусть U будет некоторый универсум. Размытое множество $\tilde{A}$ на множестве U характеризуется функцией принадлежности истине (ФПИ) $t_{\tilde{A}}, t_{\tilde{A}} : U \rightarrow [0,1]$ и функцией принадлежности лжи (ФПЛ) $f_{\tilde{A}}, f_{\tilde{A}} : U \rightarrow [0,1]$. Если элемент множества U обозначим ' u_i ', то тогда нижняя граница функции принадлежности, утверждающая истинность u_i , будет соответствовать $t_{\tilde{A}}(u_i)$ и нижняя граница отрицания u_i , будет $f_{\tilde{A}}(u_i)$. $t_{\tilde{A}}(u_i)$ и $f_{\tilde{A}}(u_i)$ связаны с реальными числами в интервале $[0,1]$ со значением u_i из U , где $t_{\tilde{A}}(u_i) + f_{\tilde{A}}(u_i) \leq 1$. Размытое множество $\tilde{A}$ на универсе U показано на рис. 1.

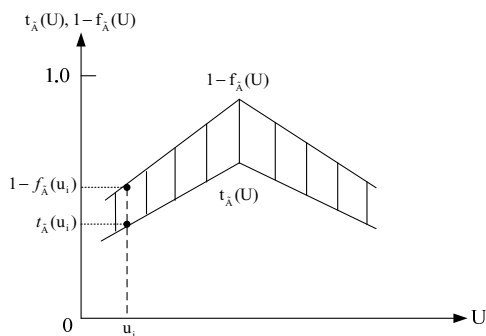


Рис. 1 Размытое множество состояний системы

Если универс U является дискретным множеством, то размытое множество $\tilde{A}$ на универсе U может быть представлено как

$$\tilde{A} = \sum_{i=1}^n [t_{\tilde{A}}(u_i), 1 - f_{\tilde{A}}(u_i)] / u_i, \quad u_i \in U. \quad (1)$$

Если универс U является непрерывным множеством, то размытое множество $\tilde{A}$ на универсе U может быть представлено как

$$\tilde{A} = \int_U [t_{\tilde{A}}(u_i), 1 - f_{\tilde{A}}(u_i)] / u_i, \quad u_i \in U. \quad (2)$$

Определение 1. Пусть $\tilde{A}$ - размытое множество на универсе U с ФПИ $t_{\tilde{A}}$ и ФПЛ $f_{\tilde{A}}$ соответственно. Размытое множество $\tilde{A}$ является выпуклым тогда и только тогда, когда для всех u_1, u_2 на U ,

$$t_{\tilde{A}}(\lambda u_1 + (1 - \lambda)u_2) \geq \min(t_{\tilde{A}}(u_1), t_{\tilde{A}}(u_2)), \quad (3)$$

$$1 - f_{\tilde{A}}(\lambda u_1 + (1 - \lambda)u_2) \geq \min(1 - f_{\tilde{A}}(u_1), 1 - f_{\tilde{A}}(u_2)), \quad \text{где } \lambda \in [0, 1]. \quad (4)$$

Определение 2. Размытое множество $\tilde{A}$ на универсе U называется нормальным размытым множеством, если $\exists u_i \in U$ для которого $1 - f_{\tilde{A}}(u_i) = 1$. В этом случае $f_{\tilde{A}}(u_i) = 0$.

Определение 3. Размытое число есть такое размытое подмножество на универсе U , которое является как выпуклым, так и нормальным.

ВЫВОДЫ

До сих пор в литературе не рассматривались методика и инструментальные средства для выполнения арифметических операций между различными типами размытых множеств.

Предложенное в статье унифицированное описание треугольных и трапециевидных функций принадлежности в виде кортежа $\langle [a_1, b_{11}, b_{12}, c_1]; [a_2, b_{21}, b_{22}, c_2]; \mu_1, \mu_2 \rangle$, позволяет формализовать сложные математические вычисления и реализовать их в виде электронных таблиц. Кроме того автором предложены выражения для расчёта и построения графиков функций принадлежности по произвольным заданным значениям $t_{\tilde{R}_i}(R)$ и $1 - f_{\tilde{R}_i}(R)$.

Новый подход был разработан для анализа нечеткой надежности последовательных, параллельных, параллельно-последовательных и последовательно-параллельных систем автоматизации сортировочных станций и горок на сети железных дорог, которые содержат механизмы, релейные и электронные устройства, а также оперативный персонал. В этих системах надежности компонентов могут быть описаны различными типами размытых множеств, поэтому предлагаемый подход и формализация построения функций принадлежности повышает гибкость и эффективность решения задач оценки надёжности больших систем. Предложенный алгоритм можно использовать для анализа надежности нечётких систем любой конфигурации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косолапов А.А. Дослідження умов доцільності децентралізації функцій керування в системах гіркової автоматики [Текст] / А.А. Косолапов. ЦИТ: 213-903 // Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 2. № 2. — С. 37-45.
2. Косолапов А.А. Розвиток наукових основ побудови і експлуатації систем автоматизації залізничних сортувальних станцій. 05.22.20 - Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Автореферат на здобуття наукового ступеня д.т.н. [Текст] / А.А. Косолапов. — Дніпропетровськ : Міністерство освіти і науки, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2014. — 49 с.
3. Atanassov K. Intuitionistic fuzzy sets / K. Atanassov // Fuzzy Sets and Systems. 1986. № 20. — С. 87 - 96.
4. Cai K.Y. Posbist reliability behavior of typical systems with two types of failure / K.Y. Cai, C.Y. Wen, M. L. Zhang // Fuzzy Sets and Systems. 1991. № 43. — С. 17 - 32.
5. Chen S.M. Analyzing fuzzy system reliability using vague set theory / S. M. Chen // International Journal of Applied Science and Engineering. 2003. № 1. — С. 82 - 88.
6. Chen S.M. Arithmetic operations between vague sets / S.M. Chen // Proceedings of the International Joint Conference of CFSA/IFIS/SOFT'95 on Fuzzy Theory and Applications, Taipei, Taiwan, Re-public of China. 1995. — С. 206 - 211.
7. Cheng C.H., and Mon, D. L. . Fuzzy system reliability analysis by interval of confidence // Fuzzy Sets and Systems. 1993. Т. 56. № 1. — С. 29-35.
8. Gau W.L. Vague sets / W. L. Gau, D. J. Buehrer // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1993. № 23. — С. 610 - 614.

9. Kaufmann A. Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science / A. Kaufmann, M.M. Gupta. — North-Holland, Amsterdam : Springer, 1988. — 456 p.
10. Kumar A., Yadav, S. P., Kumar, S. Fuzzy System Reliability Using Different Types of Vague Sets // Int. Journal of Applied Science and Engineering. 2008. T. 6. № 1. — C. 71-83.
11. Mon D.L., Cheng, C. H. . Fuzzy system reliability analysis for components with different membership functions // Fuzzy Sets and Systems. 1994. T. 64. № 2. — C. 145-157.
12. Singer D. A fuzzy set approach to fault tree and reliability analysis // Fuzzy Sets and Systems. 1990. T. 34. № 2. — C. 145-155.
13. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Inform. Control. 1965. T. 8. № 3. — C. 338-353.

Люблю **книги**
ljubljudknigi.ru



yes
i want morebooks!

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн - в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов! Мы используем экологически безопасную технологию "Печать-на-Заказ".

Покупайте Ваши книги на
www.ljubljudknigi.ru

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.get-morebooks.com

VDM Verlagsservicegesellschaft mbH

Heinrich-Böcking-Str. 6-8
D - 66121 Saarbrücken

Telefon: +49 681 3720 174
Telefax: +49 681 3720 1749

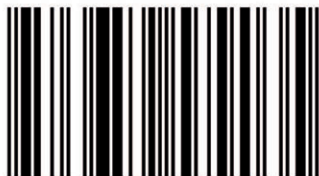
info@vdm-vsg.de
www.vdm-vsg.de

Современные сложные системы автоматизации характеризуются использованием широкого спектра технологического оборудования, компьютерных систем и сетей, разнообразного программного обеспечения и отличаются сложными условиями эксплуатации с участием обслуживающего персонала. В такой ситуации часто невозможно получить точные показатели надёжности компонентов структуры и на практике используются нечёткие множества с размытыми границами для описания их коэффициентов готовности. Используемые в такой постановке методы и модели оценки показателей надёжности достаточно сложны для инженерной практики. В работе была поставлена задача на основе известных математических моделей оценки показателей надёжности систем с нечёткими параметрами и размытыми границами предложить унифицированное описание функций принадлежности разного вида, ввести специальные математические выражения для построения их графиков и разработать набор базовых табличных моделей, которые позволят инженерам получать оценки показателей надёжности сложных структур путём простых расчётов на своих смартфонах (планшетах). Книга написана для магистров, аспирантов и инженеров, связанных с теорией и практикой создания сложных систем.



Анатолий Косолапов

Косолапов Анатолий Аркадьевич, Доктор
Технических Наук, область исследований -
проектирование интеллектуальных систем
контроля и управления, 30-летний
профессиональный опыт, Профессор кафедры
Электронные Вычислительные Машины
Днепропетровского национального
университета железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна, Днепропетровск,
Украина.



978-3-659-57903-5