

5 (90)' 2011

**ІНФОРМАЦІЙНО -КЕРУЮЧІ
СИСТЕМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ
ТРАНСПОРТІ**

Виходить 6 разів на рік

Видається з 23 квітня 1996 р.

**INFORMACIJO-KERUÛCI SISTEMI
NA ZALIZNICNOMU TRANSPORTI**

Посвящается
двадцатилетию
независимости
Украины

*В номере опубликованы статьи и материалы докладов
участников 24-й международной конференции
«Перспективные компьютерные, управляющие и
телекоммуникационные системы для железнодорожного
транспорта Украины»*

Зміст – Содержание – Contents

Видання

Державної адміністрації
залізниць України

Української державної
академії залізничного
транспорту

Міжнародна видавнича рада

Басов В. І. (Україна)
Бочков К.А. (Білорусь)
Данько М.І. (Україна)
Загарій Г.І. (Україна)
Зубко А.П. (Україна)
Jiang Xin Hua (China)
Кравцов Ю.О. (Росія)
Негрей В.Я. (Білорусь)
Остапчук В.М. (Україна)
Сапожніков Вал.В. (Росія)
Соболев Ю.В. (Україна)
Шепко Н.А. (Україна)

СЕКЦИЯ 1 3

Яцько С. І., Гундарь В. П., Ващенко Я. В.
Багаторівнева система збору, обробки, зберігання та
оцінки показників технічної експлуатації рухомого
складу4

Макаренко А. Н., Лопухин Ю. В.
Проектирование преобразователей кодов по методу
накопления эквивалентов на VHDL языке.....8

СЕКЦИЯ 2 11

Кривуля Г. Ф., Шкиль А. С., Гаркуша Е. В.
Готовность компьютеризованных систем управления и
компетентность пользователя12

Немченко В. П., Зиарманд А. Н., Чепелев Ю. А.
Моделирование сетевых протоколов при построении
тестовых последовательностей18

Кривуля Г. Ф., Сыревич Е. Е., Карасев А. Л.
Изменение уровня иерархии запросов при
проектировании цифровых систем на кристаллах22

СЕКЦИЯ 4 26

Вохминцев С. В., Семчук Р. В., Гуль А. Ю.
Концепция информационного обеспечения
железнодорожного транспорта.....27

**Замула А. А., Колованова Е. П., Киянчук Р. И.,
Ярыгина Т. Е.**
Метод построения множества изоморфизмов
характеристических кодов32

Батаев О. П., Поляков С. В. Рекуррентный метод разрешения широкополосных сигналов различной интенсивности	38
Калинюк І. О. Методи удосконаленого управління процесами передачі в комп'ютерних мережах.....	43
СЕКЦИЯ 5	47
Данько М. І., Остапчук В. М. Відновлення деталей транспортного призначення з застосуванням ресурсозберігаючих екологічно чистих технологій	48
Жуковицький І. В., Устенко А. Б., Зиненко О. Л. Створення нових можливостей АСК ВП УЗ із підтримки оперативного планування призначення локомотивів до складу вантажних поїздів	51
Луханін М. І., Чеклов В. Ф., Панченко Ю. Ю. Удосконалення методики визначення оптимальних технічних засобів на сортувальних гірках малої потужності	57
Пахомова В. М., Сень Д. С. Дослідження протоколів внутрішньої маршрутизації в комп'ютерних мережах придніпровської залізниці	61
Разгонов А. П., Лагута В. В., Бондаренко Б. М. Моделювання оптичних вимірів електромагнітного реле.....	68
Бочаров О. П., Міхальов Г. О., Мороз В. П., Шиш В. О. Динамічна модель сортувальної станції та її роль в подальшій оптимізації процесу перевезень	74
Селецький В. С. Розширення мереж Петрі. Частина І. Означення, моделі та їх математичний опис	77
Горелов Г. В., Ширинский Д. А., Чуриков В. Н. Качество пакетной передачи речи при использовании низкоскоростных кодеков	81
Устенко О. В. Модель визначення раціонального плану розміщення локомотивів по базах ремонту.....	84
Листровой С. В., Приходько Ю. С. Применение технологии NVIDIA CUDA для параллельных расчетов на GPU	88
Загарий Г. И., Нарожный В. В., Панченко С. В., Григорьянц Г. Е. Состояние и перспективы внедрения технологий мобильной связи при создании и модернизации систем железнодорожной автоматики.....	95
Материалы докладов 24-й международной конференции “Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железнодорожного транспорта Украины”	100

КРИВУЛЯ Г. Ф. д.т.н., професор,
ШКИЛЬ А. С. к.т.н., доцент
ГАРКУША Е. В. аспірантка (ХНУРЭ)

Готовность компьютеризованных систем управления и компетентность пользователя

Введение

Одно из основных требований при использовании компьютеризованных систем управления (КСУ) для промышленных объектов критического применения является обеспечение их бесперебойного функционирования в период эксплуатации. За последнее десятилетие сложность и быстрдействие КСУ увеличились в десятки тысяч раз. Но за прогресс и усовершенствования компьютерных систем приходится платить. Чем сложнее становятся КСУ, тем более неустойчиво и ненадежно они функционируют, компьютеры регулярно зависают и перестают работать. Вновь созданное программное обеспечение (ПО) для увеличения производительности КСУ зачастую с точки зрения надежности только ухудшает ситуацию. В результате ежегодные затраты на поддержку и ремонт КСУ намного превышают первоначальную общую стоимость оборудования и используемого ПО. Простой КСУ обходятся слишком дорого, а иногда просто недопустимы. Система с надежностью в пять "девяток" может работать без сбоев 99,999% времени, т.е. за 25 лет - это составит примерно 2 часа. Однако реальное неработоспособное состояние значительно больше и оно определяется тремя составляющими: надежностью КСУ, готовностью (доступностью) использования системы и качественными характеристиками обслуживания, в частности, уровнем диагностического обеспечения. Все эти три составляющих предполагают поиск и устранение возникших неисправностей КСУ, порождаемых отказами и сбоями в ее работе, за возможно минимальное время.

При этом традиционные меры по увеличению надежности ПО и оборудования рассчитаны на то, что операторы (пользователи) КСУ действуют безошибочно, но во многих случаях именно из-за их оплошности система выходит из строя на более длительное время, чем из-за любых других неполадок с оборудованием и ПО.

Один из возможных подходов к обеспечению надежной работы КСУ заключается в том, что ошибки операторов и сбои принимаются как необходимость в процессе функционирования сложной системы. Вместо попыток избавиться от неполадок, разработчики сосредоточились на разработке системы, способной быстро восстановиться после выхода из строя. Такой подход получил название "вычисления, ориентированные на восстановление" - ROC (recovery oriented computing).

Для общей характеристики надежности, готовности (доступности) использования системы и качества обслуживания КСУ используются следующие основные показатели эксплуатационной готовности технических систем, которые приведены в таблице[1].

Приведенные показатели для обеспечения технического обслуживания и ремонта КСУ - среднее время неисправного состояния (МДТ) и средний административный перерыв в работе (МАД) – существенным образом, зависят от уровня подготовки и квалификации персонала КСУ, т.е. от компетентности пользователя и влияют на коэффициенты готовности K_r , оперативной готовности K_o и технического использования $K_{ти}$.

Таблица 1 – Комплексные показатели эксплуатационной готовности

Показатель	Условное обозначение	Определение
Средний коэффициент эксплуатационной готовности	$\bar{A}(t_1, t_2)$	Усредненная на заданном интервале вероятность того, что объект окажется работоспособным в заданный момент времени, отсчитываемый от начала работы
Средний коэффициент эксплуатационной неготовности	$\bar{U}(t_1, t_2)$	Усредненная на заданном интервале вероятность того, что объект окажется неработоспособным в заданный момент времени, отсчитываемый от начала работы
Среднее время неисправного состояния	MDT	Математическое ожидание времени нахождения объекта в неисправном состоянии
Средний административный перерыв в работе	MAD	Математическое ожидание времени, в течение которого объект, будучи в работоспособном состоянии, не эксплуатировался по причинам административного характера
Коэффициент готовности K_r	$K_r = T_o / (T_o + T_b)$ Наработка на отказ T_o Восстановление T_b	Вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени
Коэффициент оперативной готовности K_o	$K_o = K_r * P(t_{б,р})$	Вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени.
Коэффициент технического использования $K_{ти}$	$K_{ти} = T_o / (T_o + T_b + T_{п})$, где $T_{п}$ — время простоя системы	Отношение математического ожидания интервалов времени пребывания системы в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий интервалов времени простоев, техобслуживания и ремонтов

Приведенные показатели для обеспечения технического обслуживания и ремонта КСУ - среднее время неисправного состояния (MDT) и средний административный перерыв в работе (MAD) – существенным образом, зависят от уровня подготовки и квалификации персонала КСУ, т.е. от компетентности пользователя и влияют на коэффициенты готовности K_r , оперативной готовности K_o и технического использования $K_{ти}$.

Цель работы

Анализ существующих средств обеспечения готовности (доступности) компьютерных систем и оценка взаимосвязи уровней готовности и компетентности пользователя.

1. Основные показатели для описания готовности компьютерных систем

Повышение надежности КСУ позволяет увеличить среднее время наработки на отказ - Mean Time Between Failure (MTBF). При этом осуществляется предотвращение неисправностей путем снижения интенсивности отказов и сбоев за счет применения

электронных схем и компонентов с высокой степенью интеграции, снижения уровня помех, облегченных режимов работы схем, обеспечения тепловых режимов их работы, а также за счет совершенствования методов сборки аппаратуры.

Повышение готовности КСУ позволяет уменьшить среднее время - Mean Time To Repair (MTTR) восстановления (ремонта) системы, т.е. среднее время между моментом обнаружения неисправности и моментом возврата системы к полноценному функционированию. Единицей измерения при оценке степени готовности КСУ является коэффициент готовности, который определяет вероятность пребывания системы в работоспособном состоянии в любой произвольный момент времени. Статистически коэффициент готовности определяется как $MTBF / (MTBF + MTTR)$. Готовность системы иногда рассматривают как D - доступность технической системы. Для компьютерных систем за последние десятилетия удалось существенно повысить MTTF, а для приближения готовности (доступности) к максимально возможной величине нужно уменьшать MTTR.

Основное назначение системы диагностирования (СД) КСУ - сокращение времени простоя и ликвидация узких мест КСУ с помощью автоматической идентификации аномальных явлений и автоматической

генерации методов их разрешения. Качество диагностического обеспечения характеризуется временем поиска неисправности и глубиной (разрешающей способностью) СД с возможной локализацией места неисправности до сменного элемента системы. Существенным фактором, влияющим на эффективность применения СД, является компетентность пользователя КСУ. Поэтому одной из наиболее важных задач является автоматизированная диагностика текущего состояния КСУ на основе новейших информационных технологий и высококвалифицированного персонала

Важнейшей характеристикой ремонтпригодности технических устройств вычислительных машин и систем является интенсивность их восстановления. Это объясняется тем, что большинство показателей качества КСУ в процессе их проектирования вычисляются через интенсивности восстановления их устройств. Готовность технического устройства – это быть готовым к действию в любой момент времени. Она зависит от надежности и от ремонтпригодности КСУ. Показателями готовности могут быть: функция готовности $K_r(t)$ и коэффициент готовности K_r . Функция готовности есть вероятность того, что в любой момент времени t система готова к действию. Эта характеристика обычно имеет вид, показанный на рис. 1

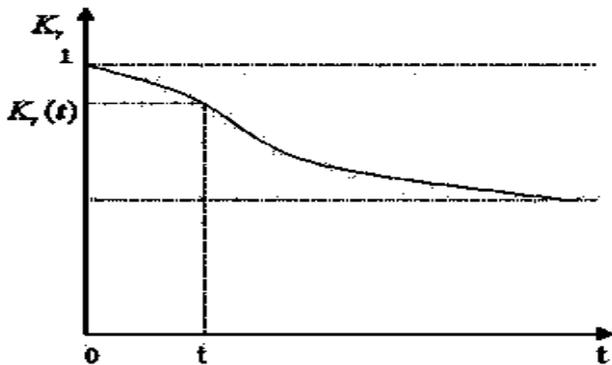


Рисунок 1 – Функция готовности технической системы

Из рис. 1 видно, что $K_r(0)=1$, т.е. считается, что КСУ начинает эксплуатироваться исправной. С ростом t $K_r(t)$ убывает и при $t \rightarrow \infty$ функция готовности стремится к постоянной, отличной от нуля величине, которая является финальной вероятностью и называется коэффициентом готовности.

Таким образом, между функцией и коэффициентом готовности существует зависимость $K_r = \lim_{t \rightarrow \infty} K_r(t)$. Функция и коэффициент готовности являются характеристиками точечными. Эта означает, что ордината $K_r(t)$, показанная на рисунке, есть вероятность того, что в момент времени t система исправна. До момента t она могла сколь угодно раз отказываться и ремонтироваться. Коэффициент готовности легко вычисляется, если известны интегральные характеристики надежности и

ремонтпригодности $K_r = T_0 / (T_0 + T_b)$, где T_0 - наработка на отказ системы; T_b - среднее время восстановления КСУ. Функция готовности $K_r(t)$ может иметь вид возрастающей функции или колебательной. В случае возрастающей функции, когда в начале эксплуатации КСУ имеет неисправные резервные устройства, $K_r(0)$ не равна 1.. Если же анализ готовности системы начинается с момента времени, когда система вообще неисправна и ремонтируется, то $K_r(0)=0$. Колебательный процесс изменения функции готовности наблюдается при обслуживании КСУ с определенным видом приоритета и длительностью времени восстановления. Независимо от вида кривых $K_r(t)$ финальная вероятность для данной системы всегда постоянна и имеет одно и то же значение, т.е. коэффициент готовности не зависит от начального состояния КСУ, из которого начинается ее эксплуатация.

2. Компьютерные системы высокой готовности

В последнее время специалисты по компьютерной технике все чаще используют термин "системы высокой готовности" (High Availability Systems). Стоимость систем высокой готовности во много раз превышает стоимость обычных систем. Существует несколько типов систем высокой готовности, которые отличаются своими функциональными возможностями:

- *Высокая готовность (High Availability)*

Настоящие системы с высоким коэффициентом готовности для минимизации времени простоя используют обычную компьютерную технологию. При этом конфигурация системы обеспечивает ее быстрое восстановление после обнаружения неисправности, для чего в ряде мест используются избыточные аппаратные и программные средства. Длительный задержки, в течение которой программа, отдельный компонент или система простаивает, может находиться в диапазоне от нескольких секунд до нескольких часов, но более часто в диапазоне от 2 до 20 минут. Обычно системы высокой готовности хорошо масштабируются, предлагая пользователям большую гибкость, чем другие типы избыточности.

Дополнительная стоимость систем высокой готовности меняется в пределах от 10 до 100 процентов, стремясь к середине этого диапазона. Дополнительная стоимость системы высокой готовности зависит от той степени, с которой пользователь способен использовать резервную систему для обработки своих приложений. Стоимость системы высокой готовности может реально превысить 100 процентов за счет программного обеспечения и необходимой начальной установки в случае применения резервной системы, которая не используется ни для чего другого. Однако обычно резервная система может быть использована

для решения некритичных задач, значительно снижая стоимость.

- *Эластичность к отказам (Fault Resiliency)*

Ряд поставщиков компьютерного оборудования делит весь диапазон систем высокой готовности на две части, при этом в верхней его части оказываются системы эластичные к отказам. Ключевым моментом в определении эластичности к отказам является более короткое время восстановления, которое позволяет системе быстро откатиться назад после обнаружения неисправности. Дополнительная стоимость систем высокой эластичности к отказам, принадлежащих к верхнему уровню диапазона систем высокой готовности, лежит в пределах от 20 до 100 процентов, стремясь к середине этого диапазона. Схемы высокой эластичности более сложны и предполагают более высокую стоимость планирования и большие накладные расходы, чем системы, принадлежащие нижнему уровню диапазона систем высокой готовности. В некоторых случаях однако, пользователь может в большей степени использовать общие процессорные ресурсы, уменьшая общую стоимость.

- *Устойчивость к отказам (Fault Tolerance)*

Отказоустойчивые системы имеют в своем составе избыточную аппаратуру для всех функциональных блоков, включая процессоры, источники питания, подсистемы ввода/вывода и подсистемы дисковой памяти. Если соответствующий функциональный блок неправильно функционирует, всегда имеется горячий резерв. В наиболее продвинутых отказоустойчивых системах избыточные аппаратные средства можно использовать для распараллеливания обычных работ. Время восстановления после обнаружения неисправности для переключения отказавших компонентов на избыточные для таких систем обычно меньше одной секунды.

- *Непрерывная готовность (Continuous Availability)*

Вершиной линии отказоустойчивых систем являются системы, обеспечивающие непрерывную готовность. Продукт с непрерывной готовностью, если он работает корректно, устраняет любое время простоя как плановое, так и неплановое. Разработка такой системы охватывает как аппаратные средства, так и программное обеспечение и позволяет проводить модернизацию (upgrade) и обслуживание в режиме on-line. Дополнительным требованием к таким системам является отсутствие деградации в случае отказа. Время восстановления после отказа не превышает одной секунды. Надбавка к стоимости для систем с непрерывной готовностью находится в диапазоне от 20 до 100 или более процентов и обычно приближается к верхнему пределу этого диапазона. Программное обеспечение для обеспечения режима непрерывной готовности более сложное, чем для систем, обеспечивающих высокую эластичность к отказам. Большинство компонентов системы, такие как процессоры, источники питания, контроллеры и кабели,

должны дублироваться, а иногда и троироваться. Пользователи систем непрерывной готовности, как и пользователи высоко эластичных к отказам систем, имеют возможность использовать весь набор ресурсов системы большую часть времени, по сравнению с пользователями более простых систем, принадлежащих нижнему уровню диапазона систем высокой готовности.

- *Устойчивость к стихийным бедствиям (Disaster Tolerance)*

Широкий ряд продуктов и услуг связан с обеспечением устойчивости к стихийным бедствиям. Иногда устойчивость к стихийным бедствиям рассматривается в контексте систем высокой готовности. Смысл этого термина в действительности означает возможность рестарта или продолжения операций на другой площадке, если основное месторасположение системы оказывается в нерабочем состоянии из-за наводнения, пожара или землетрясения. В простейшем случае, продукты, устойчивые к стихийным бедствиям, могут просто представлять собой резервные компьютеры, расположенные вне основного местоположения системы, сконфигурированные по спецификациям пользователя и доступные для использования в случае стихийного бедствия на основной площадке. В более сложных случаях устойчивость к стихийным бедствиям может означать полное (зеркальное) дублирование системы вне основного местоположения, позволяющее принять на себя работу немедленно после отказа системы на основной площадке. Возможно наибольшим виновником планового времени простоя является резервное копирование данных. Некоторые конфигурации дисковых подсистем высокой готовности, особенно системы с зеркальными дисками, позволяют производить резервное копирование данных в режиме on-line. Следующим источником снижения планового времени простоя является организация работ по обновлению (модернизации) программного обеспечения. Сегодня некоторые отказоустойчивые системы и все системы с непрерывной готовностью позволяют производить модернизацию программного обеспечения в режиме on-line. Некоторые поставщики систем высокой готовности также обещают такие же возможности в течение ближайших нескольких лет. В общем случае, неплановое время простоя прежде всего снижается за счет использования надежных частей, резервных магистралей или избыточного оборудования. Однако даже в этом случае система может требовать достаточно большого планового времени простоя. Добавка к стоимости систем, устойчивых к стихийным бедствиям, может сильно варьироваться. С одной стороны, она может составлять, например, только несколько процентов стоимости системы при резервировании времени запасающего компьютера, находящегося вне основной площадки. С другой стороны, стоимость системы мо-

жет увеличиться в несколько раз, если необходимо обеспечить действительно быстрое переключение на другую систему, находящуюся на удаленной площадке с помощью высокоскоростных сетевых средств. Большинство предложений по системам, устойчивым к стихийным бедствиям, требуют существенного объема планирования.

3. Взаимосвязь компьютерной готовности и компетентности пользователей

Для оценки взаимосвязи уровней компьютерной готовности и компетентности пользователя введем дополнительный коэффициент K_n , который характеризует уровень компетентности пользователя компьютерной системы и изменяется в пределах от 0 до 1. С учетом данного коэффициента основные показатели эксплуатационной готовности системы имеют следующий вид:

- коэффициент готовности $K_r = K_n T_o / (T_o + T_b)$;
- коэффициент оперативной готовности $K_{op} = K_n K_r * P(t_{b,p})$;
- коэффициент технического использования $K_{ти} = K_n T_o / (T_o + T_b + T_n)$.

Путем вычисления вышеприведенных коэффициентов может быть построено семейство характеристик функции готовности $K_r(t)$ КСУ. Основная задача при этом – определение уровня компетентности пользователя, которую целесообразно решать методом экспертных оценок с использованием нечеткой логики [2].

Под профессиональной компетентностью пользователя компьютерной системы принято понимать совокупность знаний, умений, навыков и способов их применения, которые позволяют пользователю КСУ адекватно воспринимать и обрабатывать информацию в своей предметной области, постигать сущность связей между объектами профессиональной деятельности и принимать решения в различных ситуациях. Пользователь КСУ должен обладать не только набором знаний, умений и навыков, но и уметь применять их для решения ряда профессиональных задач, т.е. обладать компетентностью в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которая определяется как способность специалиста эффективно использовать доступные ему аппаратные и программные средства ИКТ для работы с информационными ресурсами и обмена информацией [3].

Описать уровень компетентности пользователя КСУ количественно можно с использованием аппарата нечеткой логики. При этом вводим нечеткие понятия, которые качественно соответствуют различным уровням компетентности пользователя. Используем лингвистическую переменную «Компетентность» с терминами: {"нулевая", "низкая", "средняя", "выше среднего", "высокая"}.

Функцию принадлежности нечеткого множества выберем в виде гауссовой кривой [4].

Аналогично применим методы нечеткой логики для описания уровней компьютерной готовности. В общем случае разработчики и пользователи компьютерного оборудования рассматривают три уровня степени готовности компьютерных систем:

- отказоустойчивые компьютерные системы с очень высокой или высокой степенью готовности;
- компьютерные системы с высоким коэффициентом готовности, которые имеют высокую или среднюю степень готовности;
- обычные компьютерные системы со средней или низкой степенью готовности.

Однако такая градация компьютерной готовности является недостаточно точной для анализа взаимосвязи компьютерной готовности и компетентности пользователя для принятия решения о состоянии КСУ. С использованием нечеткой логики для оценки уровня готовности компьютерной системы предлагается применить лингвистическую переменную «Готовность» с терминами:

{ «высокая», «выше среднего», «средняя», «ниже среднего», «низкая» }.

Оценка компьютерной готовности КСУ с учетом компетентности пользователя производится в соответствии с правилами нечеткого вывода в экспертной системе. Результат оценки при определенных сочетаниях термов нечетких переменных «Готовность» и «Компетентность», например «низкая готовность» и «нулевая компетентность», говорит о реальной информационной угрозе и ущербе для управляемого объекта. Вероятность события может быть одной из оценочных характеристик информационной угрозы, но, как показывает практика, рассчитывать его аналитически или корректно определить статистически - почти невыполнимая задача. Поэтому чаще всего его определяют экспертным путём как коэффициент псевдовероятности. Важно определить взаимосвязь этой угрозы с различными информационными рисками, т.е. возникает необходимость принятия решений в условиях вероятностной неопределенности. Оценка информационной угрозы также определим в терминах нечеткой логики. Поскольку ущерб, наносимый объекту управления, может иметь различный характер, вводим лингвистическую переменную «Величина ущерба» с терминами - {"нулевой", "низкий", "ограниченный", "выше среднего", "значительный"}.

Используя нечеткие понятия «компетентность пользователя», «готовность компьютерной системы», можно оценить величину угрозы с использованием продукционных правил для экспертной системы.

Для составления правил имеется две входные переменные: уровень компетентности пользователя, уровень готовности КСУ и выходная переменная – величина ущерба за счет возникшей информационной

угрозы. Ниже приведен пример производственных правил:

1. if (компетентность is нулевая) and (готовность is низкая) then (ущерб is "значительный");

2. if (компетентность is высокая) and (готовность is высокая) then (ущерб is нулевой).

Выводы

Одной из основных задач при использовании КСУ для многих промышленных объектов критического применения является обеспечение их бесперебойного функционирования с высоким уровнем готовности. Возможность решения данной задачи определяется компетентностью пользователя и техническим состоянием системы. Моделирование методами нечеткой логики компетентности пользователя и уровня готовности КСУ позволило сформулировать производственные правила для определения величины ущерба объекта управления.

Литература

1. Кривуля Г.Ф., Кучеренко Д.Е., Механа Сами Классификационные признаки для диагностики компьютерных неисправностей с использованием нечетких экспертных систем // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи, 2009. - № 5 (39). – С. 127-130.
2. Кривуля Г.Ф., Кучеренко Д.Е. Интеллектуальные средства диагностирования состояний компьютерных систем управления // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – №4. – С.23-28.
3. Кривуля Г.Ф., Дудар З.В., Кучеренко Д.Е., Лаптев М.А. Диагностика компьютерных неисправностей с использованием нечетких экспертных систем. Материалы конференции «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта» (ISDMCI'2009) . Евпатория, 2009.
4. Кривуля Г.Ф., Шкиль А.С., Кучеренко Д.Е., Гаркуша Е.В. Диагностика компетентности пользователей компьютерных систем // АСУ и приборы автоматизации. – 2010. – Вып. 150. – С. 125–133.

Резюме

Рассмотрены компетентность пользователя и различные уровни готовности компьютеризованных систем управления. Моделирование методами нечеткой логики компетентности пользователя и уровня готовности позволило сформулировать производственные правила для определения величины ущерба объекта управления

Розглянуті компетентність користувача і різні рівні готовності комп'ютеризованих систем управління. Моделювання методами нечіткої логіки компетентності користувача і рівня готовності дозволило сформулювати виробничі правила для визначення величини збитку об'єкту управління

The competence of user and different levels of availability for computer control systems are considered. Methods of fuzzy logic for user competence and availability level allowed determination of damage size of management object

Ключові слова: компьютерная система, функция готовности, компетентность пользователя

Поступила 10.06.2011 г.