

Задачи управления в системе принятия решений при отказах автоматизированных рабочих мест

Маркарян А.О.^{1,2*}, Чурков И.С.^{2*}

¹*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), МАИ, Волоколамское шоссе, 4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993, Россия*

²*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Ленинский проспект, 4, Москва, 119049, Россия*

*e-mail: anestrelle@gmail.com

**e-mail: igor_churkov@mail.ru

Статья поступила 03.07.2020

Аннотация

В статье описана проблема отказов автоматизированных рабочих мест. Предложена информационная система, которая осуществляет сканирование, прогнозирование, идентификацию ошибок и выработку решений по их устранению. Разработана концептуальная модель системы принятия решений, определяющая её структуру. Для каждой из подсистем сформулированы критерии управления, формализованные в виде функционалов цели.

Ключевые слова: управление, система принятия решений, информационная система, автоматизированные рабочие места, отказы.

Аэрокосмическая отрасль является одной из основных и значимых отраслей нашей страны. Аэрокосмические предприятия сталкиваются с проблемами

прогнозирования, поиска и устранения ошибок на автоматизированных рабочих местах (далее – АРМ). Медленная работа, невыполнение операционной системой запрашиваемых команд, непредвиденные ошибки системы – одни из наиболее распространённых отказов на АРМ. В большинстве случаев пользователи осведомлены о них, однако при возникновении сбоя прибегнуть к оперативному решению той или иной проблемы не всегда возможно [1–2].

В настоящее время отсутствует информационная система, которая позволила бы прогнозировать, выявлять, автоматически исправлять возникшие неполадки или давать рекомендации по их устранению. Предпринимаются попытки решить эту проблему, но они чаще всего обусловлены человеческим фактором [3].

Обобщая вышесказанное, актуальна разработка системы, которая могла бы осуществлять сканирование персональных компьютеров (далее – ПК), прогнозирование, идентификацию ошибок и выработать решения по их устранению. Это позволило бы оптимизировать работу пользователей АРМ за счёт сокращения времени, затрачиваемого на выявление и устранение отказов.

Целью данной работы является создание концептуальной модели системы принятия решений при отказах автоматизированных рабочих мест: разработка структуры системы и постановка задач управления для функциональных подсистем.

Для достижения цели проведено статистическое исследование, на основании которого выявлены виды отказов, причины и условия их возникновения, разработана концептуальная модель системы, сформулированы критерии принятия решений для каждой из подсистем [4].

Отказы АРМ появляются после установки программных модулей на ПК, и любое устройство/ машина в любой момент может быть подвержена риску. Последствия отказов могут быть различны – от задержек в работе АРМ до выхода устройства из строя. Причём отсутствие отказов АРМ в текущий момент не гарантирует их бесперебойной работы в будущем [5]. На одном из предприятий проведён эксперимент, в ходе которого анализировалась статистика отказов на протяжении 14 дней на 10 устройствах с установленными АРМ.

Результаты эксперимента иллюстрирует рисунок 1.

АРМ \ День	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
2	ошибка	ошибка	ошибка	2	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
3	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
4	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
5	3	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
6	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
7	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
8	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	2	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
9	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
10	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
11	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
12	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
13	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
14	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка	ошибка
	выявлена ошибка									
N	ошибка выявлена несколько раз, где N - число отказов									
	отказов не выявлено									

Рис. 1. Отказы АРМ

По имеющейся статистике можно заметить, что за время наблюдений отказы имели место на всех АРМ, кроме одного. На рисунке 2 приведена кумулятивная кривая отказов АРМ за указанный период.



Рис. 2. Кумулятивная кривая отказов АРМ

Если предположить, что на устранение единичного отказа затрачивается от 10 минут до нескольких часов, то решение проблемы для совокупности отказов связано со значительными временными потерями.

В процессе исследования выявлены наиболее частые отказы: ошибки прошивки (энергозависимой памяти АРМ или любого цифрового вычислительного устройства), ошибка в программировании устройства оператора, неверное или ошибочное использование устройства оператором, несвоевременное и нециклическое техническое обслуживание и другие [6].

В целом анализ статистики позволил выделить две основные категории отказов: аппаратные и программные. Аппаратные отказы связаны с дефектами или поломкой комплектующих, которые могут происходить из-за старения, заводского брака, некачественной сборки, нестабильного напряжения питания. Причиной программных отказов становятся ошибки операционной системы и установленного программного обеспечения. Связаны они, как правило, с неправильными действиями

пользователя, аварийным отключением питания или действиями вредоносного программного обеспечения и так далее [7].

Стоит отметить, что по своей природе эти две группы неисправностей отличаются, но в то же время очень часто они могут быть тесно взаимосвязаны друг с другом, например, нестабильный режим работы оборудования может приводить к программным ошибкам, а сбои в программном обеспечении могут стать причиной некорректной работы аппаратной составляющей АРМ [8–9]. Очевидно, что каждый отказ обусловлен совокупностью предшествующих ему факторов.

Таким образом, моделируемая система характеризуется:

– множеством входных переменных – характеристик АРМ (факторов), неисправности которых провоцируют появление отказов:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} = \{x_i\}_{i=1}^n$$

– множеством выходных переменных – видов отказов АРМ:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\} = \{y_j\}_{j=1}^m$$

В исследовании приняты во внимание характеристики, приведенные в таблицах 1 – 2.

Таблица 1. Множество факторов

Переменная	Характеристика	Единицы измерения	Область определения	Эталонное значение
x_1	Время выхода из строя	ч	[9.00-18.00]	
x_2	Температура центрального процессора	°С	[0;100]	35
x_3	Степень загрузки АРМ	%	[0;100]	15
x_4	Объём используемой памяти	%	[0;100]	15
x_5	Объём используемой скорости жесткого диска	%	[0;100]	15

x_6	Передача данных		{0;1}	1
x_7	Использование в пределах сроков эксплуатации		{0;1}	1

Таблица 2. Множество отказов

Переменная	Отказ
y_1	Медленная работа АРМ
y_2	Экстренное выключение ПК
y_3	Неисправность загрузки системы АРМ
y_4	Неисправность центрального процессора
y_5	Неисправность жесткого диска
y_6	Неисправность блока памяти
y_7	Неисправность системы охлаждения

Имея аналитическое описание статистической зависимости отказов от разного рода факторов, можно осуществлять прогнозирование отказов. Воздействуя на факторы, можно снизить вероятность наступления отказа [10–12]. В связи с этим в структуру разрабатываемой системы включена подсистема прогнозирования.

Выявление причинно-следственных связей между отказами и предшествующими им факторами свидетельствует о необходимости сканирования устройств с установленными АРМ с целью предупреждения отказов. Это является основанием для включения в структуру системы принятия решений подсистемы сканирования.

Сканирование позволяет в режиме реального времени выявлять сбои в работе как АРМ, так и устройства, на котором оно установлено. Результаты сканирования требуют обработки, и в случае обнаружения ошибок они должны быть

идентифицированы. С этой целью система принятия решений имеет подсистему идентификации ошибок.

Идентификация даёт возможность определить характер отказа, являющийся основанием для выработки решений по его устранению. Таким функционалом наделена подсистема принятия решений.

Статистка отказов, их характеристики, факторы или ошибки, их вызвавшие, и принимаемые меры для их устранения аккумулируется в базе знаний (далее – БЗ) [13].

Структура синтезированной системы принятия решений при отказах автоматизированных рабочих мест представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Структура системы управления и устранения отказов

Работа подсистемы прогнозирования основана на анализе статистических данных. В связи с этим для исследования статистических зависимостей каждого вида отказа построены математические модели в виде регрессионных полиномов (1):

$$\hat{y}_j = f(\theta, x) \quad (1)$$

\hat{y}_j – прогнозируемое количество отказов вида y_j за определенный промежуток времени, x – вектор факторов, θ – вектор параметров, f – линейный оператор.

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T, \quad \theta = (\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_n)^T$$

Среди факторов имеются как количественные, так и атрибутивные. Последние включены в модель в виде фиктивных переменных, принимающих значения из множества $\{0,1\}$ [14].

Задача управления заключается в определении оценок параметров таким образом, чтобы минимизировать функционал ошибки e :

$$e(y_j, \hat{y}_j, \theta) \rightarrow \min_{\theta} \quad (2)$$

y_j – фактическое число отказов j -го вида за определенный промежуток времени.

Методом шагового регрессионного анализа из уравнений исключены факторы, не являющиеся статистически значимыми. Результаты моделирования передаются в подсистему сканирования.

Работа подсистемы сканирования основана на определении фактических значений характеристик x_i в режиме реального времени и их сравнении с эталонными. Под эталонными подразумеваются характеристики устройства и АРМ, полученные в условиях безотказной работы [15]. Эталонные значения факторов приведены в таблице 1.

Сравнение осуществляется в соответствии с условием:

$$|x_i - x_{ip}| < \varepsilon \quad (3)$$

где x_i и x_{ip} – соответственно фактическое и эталонное значение проверяемой характеристики, $\varepsilon > 0$ – заданное малое отклонение.

В существующих системах осуществляется сканирование всех характеристик. Такое сканирование потребляет значительное количество ресурсов – как времени, так и оперативной памяти – и приводит к замедлению работы АРМ [16–19].

Время, затраченное подсистемой сканирования на устранение отказа, исчисляется по формуле:

$$t_s = t_n * n$$

где n – количество сканируемых величин, t_n – время, потраченное на сканирование одной величины.

Авторами предложено осуществлять выборочное сканирование характеристик на основании данных, передаваемых из подсистемы прогнозирования. Такой подход позволяет сократить время сканирования t_s за счет определения n – минимального набора сканируемых характеристик, оказывающих влияние на отказ определенного вида.

Таким образом, задача управления описываемой подсистемы заключается в минимизации t_s времени сканирования:

$$t_s \xrightarrow[n]{} \min \quad (4)$$

Подсистема идентификации предназначена для идентификации ошибки в случае её обнаружения. Идентификация возможна в том случае, если информация об ошибке имеется в базе знаний [20]. Задачей управления для данной подсистемы является выбор такой ошибки из множества, характеристики которой имеют минимальное отличие от входных характеристик:

$$k(x_i) \rightarrow \min_{x_i} \quad (5)$$

где $k_i = k(x_i)$ – коэффициент отличия входной характеристики x_i от эталонной, $k_i \in [0; 1)$.

Подсистема принятия решений выбирает наиболее подходящую инструкцию или план по предотвращению или устранению отказа, управляя полученными данными из других подсистем и БЗ.

Критерием управления является минимизация числа отказов:

$$y \rightarrow \min_{x_i} \quad (6)$$

Областью принятия решений является множество X .

Разработанная система позволяет прогнозировать, выявлять и вырабатывать решения по устранению отказов. В ряде случаев система исправляет возникшие неполадки автоматически. Если возникшая ошибка или отказ не были зафиксированы ранее, выдаётся предупреждение и в отдельных случаях – рекомендации по устранению неполадок. Информация при этом поступает в БЗ.

Таким образом, в данной работе получены следующие результаты.

Проведено исследование статистики отказов, позволившее выявить и описать статистические зависимости в виде математической модели.

Разработана концептуальная модель системы принятия решений при отказах АРМ, состоящая из четырёх взаимосвязанных подсистем. Для каждой из подсистем сформулированы задачи управления. В этом заключается научная новизна представленных результатов.

Функционирование системы позволяет обеспечить бесперебойную работу АРМ или снизить количество затрачиваемого времени на решение проблем отказов до минимального, что определяет её практическую значимость.

Представленные разработки прошли апробацию в Брянском ЛПУМГ и рекомендованы к внедрению.

Библиографический список

1. Никитин А.В., Рачковская И.А., Савченко И.В. Управление предприятием (фирмой) с использованием информационных систем: учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2007. - 188 с.
2. Бродский А.В. Автоматизация решения задач оптимизации при проектировании аэрокосмической техники // Труды МАИ. 2013. № 71. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=47068>
3. Гришанова И.В. Разработка механизма тестирования модулей программ автоматизированных систем управления // Труды МАИ. 2014. № 74. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=49320>

4. Маркарян А.О. Задачи управления банковскими инвестициями // Искусственный интеллект. 2009. № 3. С. 242 - 246.
5. Трахтенгерц Э.А., Степин Ю.П., Андреев А.Ф. Компьютерные методы поддержки принятия управленческих решений в нефтегазовой промышленности. - М.: СИНТЕГ, 2005. – 576 с.
6. Лежебоков А.А., Гладков Л.А. Автоматизированное рабочее место преподавателя с интеллектуальной поддержкой // Программные продукты и системы. 2005. № 4. URL: <http://www.swsys.ru/index.php?page=10>
7. Хворенков В.В., Батурин И.С., Савельев А.В. Автоматизированное рабочее место главного конструктора радиоэлектронных средств на основе теории многоагентных систем // Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. 2017. Т. 20. № 4. С. 77 - 81.
8. Ташков П.А. Защита компьютера на 100%: сбои, ошибки и вирусы. – СПб.: ИД Питер, 2010. - 268 с.
9. Заковряшин А.И. Особенности интеллектуальной поддержки принятия решений // Труды МАИ. 2012. № 61. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=35525>
10. Даниленко А.Н. Разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений в системах управления кадрами // Труды МАИ. 2011. № 46. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=25997>
11. Жидков В.А. Устранение и предотвращение отказов в работе информационно-технологического оборудования в электроэнергетике // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 1. С. 149 - 153.

12. Федоров И.А. Процесс создания автоматизированной системы с использованием аппарата таблиц решений // Труды МАИ. 2012. № 53. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=29733>
13. Петровский А.Б. Теория принятия решений. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. - 401 с.
14. Попков А.В., Настенко Е.А. Многокритериальный алгоритм пошагового отбора признаков при восстановлении регрессии // Инновационные технологии в науке и образовании. 2015. № 1. С. 267 - 268.
15. Криводубский О.А., Нескородева Т.В. Функциональные связи и структура АРМ аудитора // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. 2006. № 134. С. 59 - 68.
16. Брехов О.М., Вунна Д.Д. Оценка времени выполнения мультизапроса // Труды МАИ. 2014. № 76. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=50104>
17. Нестеров В.В., Дюбина А.Ю. Автоматизация функций диспетчера дистанции СЦБ по организации устранения отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики // Теоретические и практические аспекты развития систем железнодорожной автоматики и телемеханики. 2012. № 1. С. 89 - 97.
18. Простов Ю.С., Тюменцев Ю.В. Нейросетевой механизм адаптации при решении кусочно-постоянной задачи анализа независимых компонент // Труды МАИ. 2014. № 78. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=53557>
19. Шемяков А.О. Понятие компрометирующей информации в общей схеме анализа уязвимости автоматизированных систем // Труды МАИ. 2013. № 65. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=40194>

20. Крюков О.В., Серебряков А.В. Метод и система принятия решений по прогнозированию технического состояния электроприводных газоперекачивающих агрегатов // Электротехнические системы и комплексы. 2015. № 4 (29). С. 35 - 38.