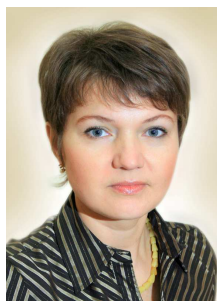
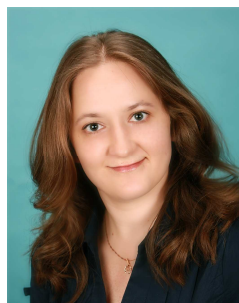


УДК 004.08:519.1



О.С. Савельева,
к.т.н., доцент,
Одесский
национальный
политехнический
университет
e-mail: okssave@mail.ru



А.В. Торопенко,
магистр,
Одесский
национальный
политехнический
университет
e-mail: alla.androsyk
@gmail.com

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЯ СТРУКТУРНОЙ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ

О.С. Савельева, А.В. Торопенко.

Управление жизненным циклом сложных объектов с использованием показателя структурной отказоустойчивости. Показано, что управление жизненным циклом сложных объектов затруднено отсутствием единого параметра непосредственно участвующего, например, в стабилизации процесса. Предложено в качестве такого показателя использовать коэффициент структурной отказоустойчивости получаемый с помощью статистической морфологической модели.

O.S. Savelieva, A.V. Toropenko.

Life cycle management of complex objects using the metric of structural fault tolerance. It is shown that the life cycle management of complex objects is difficult there is no single parameter directly involved, such as in the stabilization process. Proposed as such an indicator to use coefficient structural fault tolerance derived by statistical morphological model.

Введение. Одним из видов управления является стабилизация некоторой характеристики, имеющей отношение к управляемому объекту. Стабилизация в автоматическом управлении и регулировании – суть поддержание заданного постоянного во времени значения одной (или нескольких) регулируемой величины вне зависимости от внешних по отношению к объекту и внутренних возмущающих (дестабилизирующих) воздействий, стремящихся отклонить регулируемую величину от заданного значения. Можно стабилизировать не только какую-либо измеряемую регулируемую величину, например эффективное значение электрического напряжения, но и любую заданную её функцию (и даже функцию нескольких первичных измеряемых величин) [1].

Основной материал. В этом смысле управление сложными системами с нагруженным резервированием может заключаться в стабилизации ее структурной отказоустойчивости и может быть реализовано по значению введенного выше энтропийного показателя структурной отказоустойчивости $K_{COЭ}$ (рис. 1). Итак, пусть имеется некий объект управления, представляющий сложную систему с нагруженным резервированием (ССНР).

Выше было показано, как с помощью информационной структурной стохастической морфологической модели (ИССМ) может быть рассчитан критерий его структурной отказоустойчивости в соответствии с информационной технологией, описанной в [2, 3].

Ранее речь шла о том, что в процессе эксплуатации ССНР подвергаются повреждениям структуры, причем некоторые сочетания таких повреждений могут приводить к отказу системы, а некоторые – нет.

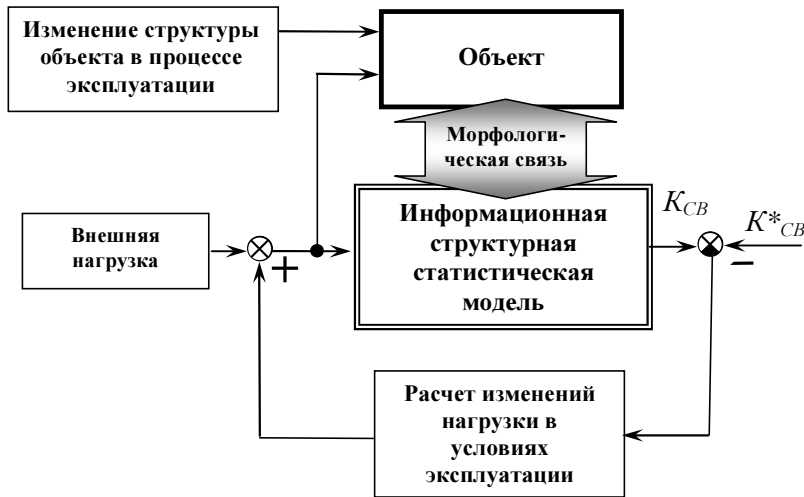


Рис. 1. Схема использования ИССМ для стабилизации значения показателя структурной отказоустойчивости K_{CB} при изменении структуры объекта во время эксплуатации.

В любом случае очевидно, что по мере разрушения структуры ССНР показатель ее структурной отказоустойчивости, получаемой с помощью ИССМ, будет уменьшаться.

Сформулируем задачу стабилизации следующим образом. По мере эксплуатационного разрушения ССНР рассчитать и приложить некоторое управляющее воздействие, восстанавливающее значение показателя (до тех пор, пока это возможно с учетом резервирования).

Разделим возможные управляющие воздействия на две группы:

- группа (вектор) «внутренних» воздействий V (поломка, перераспределение нагрузки, восстановление, ремонт, и т.д.);
- группа «внешних» воздействий Z ; сюда, прежде всего, относится внешняя (например, механическая) нагрузка на объект.

В качестве примера можно привести практику стабилизации структурной отказоустойчивости фермы моста, когда по мере повреждения отдельных элементов фермы допустимую нагрузку на мост снижают, причем величина

этого снижения рассчитывается таким образом, чтобы сохранить начальное значение показателя структурной отказоустойчивости K_{CO} , получаемое после каждого повреждения с помощью метода экспресс-моделирования.

Такой расчет невозможен, если модель не учитывает изменения нагрузки.

К сожалению, как было указано в предыдущих разделах, ИССМ в виде самоломающейся информационной морфологической модели (ИММ), не получает, не обрабатывает, не передает и не хранит информацию о внешней нагрузке на объект, моделируемый с помощью этой модели.

Для целей определения ВБР и стабилизации величины K_{CO} , в заданных пользователем пределах, это не приемлемо, т.к., как было показано выше, именно внешняя нагрузка является той величиной, с помощью которой осуществляется восстановление показателя структурной отказоустойчивости объекта.

Для устранения этого противоречия в ИССМ могут быть внесены следующие изменения (рис. 2).

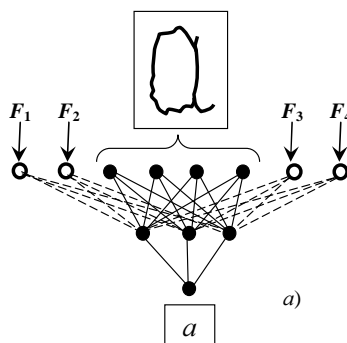
– первое изменение: в распределительный слой ССНР ИССМ добавляется несколько входов, на которые перед обучением подаются отнормированные к единице значения нагрузки (рис. 2 а);

– второе изменение: на существующие входы ССНР ИССМ назначаются дополнительные весовые коэффициенты, пропорциональные отнормированной нагрузке (рис. 2 б);

– третье изменение: «поврежденные» при расчете K_{CO} элементы ССНР удаляются не скачком от 1 до 0, а плавно, пропорционально отнормированной нагрузке (рис. 2 в).

В настоящей работе применяли первый метод, который показал следующие результаты в управлении (стабилизации показателя структурной отказоустойчивости) с помощью внешней механической нагрузки (рис. 3).

Эти результаты получены при моделировании рамы, нагруженной так, как это показано на рис. 4.



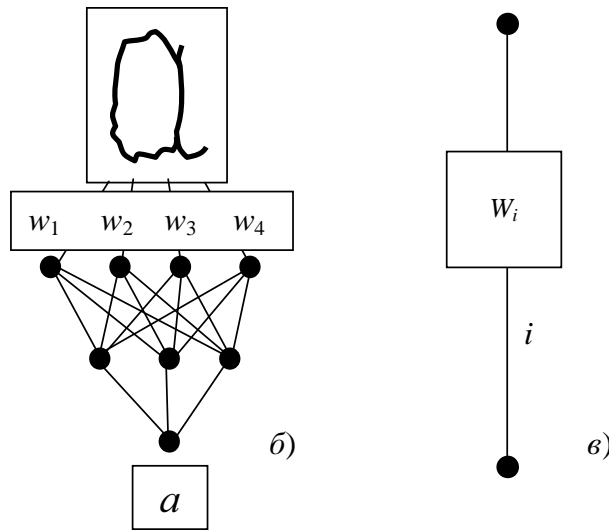


Рис. 2. Изменения в ИССМ, позволяющие учитывать нагрузку на объект моделирования:

а – дополнительные входы; б – дополнительные весовые коэффициенты на входе; в – дополнительные весовые коэффициенты на повреждаемых элементах

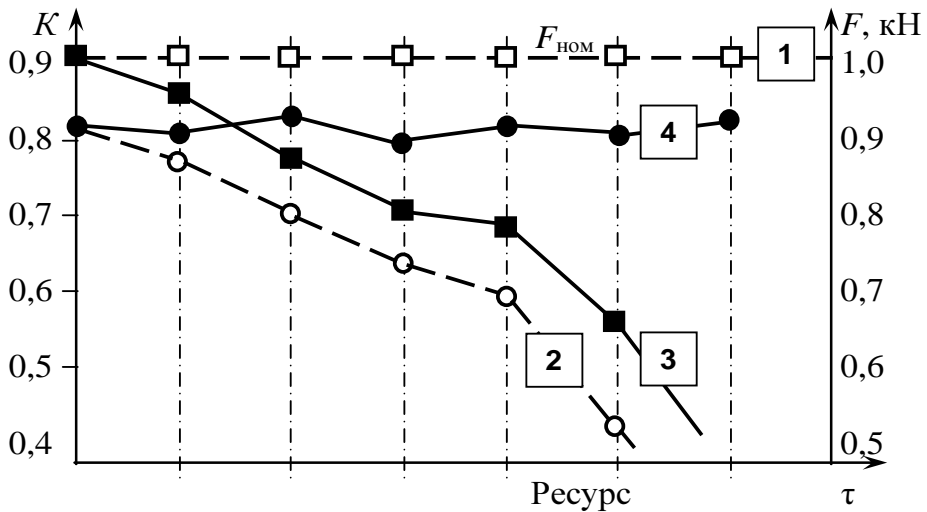


Рис. 3. Результат управления (стабилизации) показателя структурной отказоустойчивости рамы за счет изменения нагрузки по мере повреждения ее элементов: □, ■ – нагрузка; ○, ● – K_{CO}

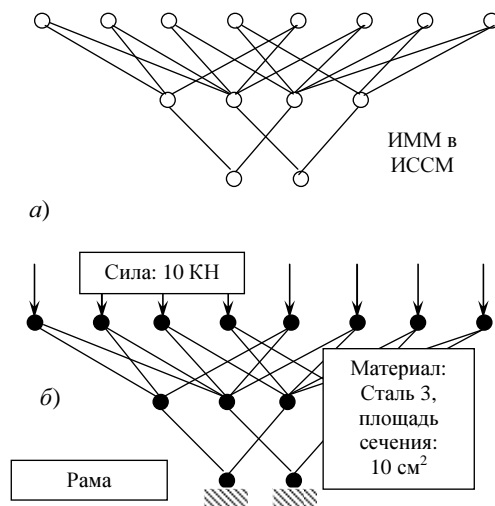


Рис. 4 Схема соотношения атрибутов ИММ (только структура) и объекта (структура, параметры элементов и внешняя нагрузка):
а – схема ИММ в ИССМ; б – схема нагружения рамы

По мере износа и повреждения рамы на макроуровне (удаления на каждой итерации случайным образом двух элементов) производит к тому, что расчетное значение K_{CO} при номинальной нагрузке $F_{ном}$ (1, рис. 3) постоянно снижается (2, рис. 3). При перерасчете нагрузки после каждого повреждения (3, рис. 3) удавалось до некоторого момента поддерживать близкое к исходному значение K_{CO} (4, рис. 3), а значит, и сохранять первоначальную структурную отказоустойчивость рамы.

Выводы. Предложенный экспресс метод стабилизационного управления ССНР был использован с положительным технико-экономическим эффектом для управления процессами нанесения покрытий на металлические изделия и погрузкой транспортных средств.

Литература

1. Рей, У. Методы управления технологическими процессами / У. Рей. – М.: Мир, 1983. – 368 с.
2. Становский, Ан. О. Оцінка точності методу розкриття невизначеності об'єкта й адекватності одержуваної при цьому моделі / Ан. О. Становський, О. С. Савельєва, Д. О. Пуріч / Моделирование в прикладных научных исследованиях: сб. мат. XX семинара. – Одесса: ОНПУ, (19 – 20 января), 2012. – С. 3 – 5.
3. Савельєва, О. С. Управління складним об'єктом за експрес-критерієм його структурної надійності / О. С. Савельєва, А. В. Горопенко, О. Ю. Лебедева // Міжнар. конф. з управління «Автоматика – 2012». – Київ: НУХТ, (26 – 28 вересня), 2012. – С. 253 – 255 с.