

К вопросу о механизме оценки живучести эргатических систем

Г. И. Зверев, email: georgiyzverev@gmail.com

Воронежский институт МВД России

***Аннотация.** Эргатические системы используются тех областях жизнедеятельности человека, где вмешательство оператора в работу является необходимым условием обеспечения их успешного функционирования. Для эффективной работы таких систем и возможности оперативного решения возникающих нештатных ситуаций в сложившихся условиях необходимо производить оценку их живучести. В этой связи необходимо определить механизм ее оценки.*

***Ключевые слова:** эргатические системы, системы критического применения, живучесть систем, деструктивные воздействия.*

Введение

Как известно, решение широкого класса задач достигается только за счет участия человека в работе различных систем, в том числе систем управления. Описанные системы, функционирование которых невозможно без вмешательства оператора, принято называть эргатическими.

Особое место среди указанных систем получили системы критического применения [1]. Их элементы характеризуются наличием набора альтернативных функций, то есть у элементов системы имеется возможность выполнения иной задачи при изменении условий функционирования системы, в частности в условиях внешних или внутренних деструктивных воздействий [2]. Примерами систем критического применения могут выступать системы управления органов внутренних дел или иных силовых ведомств. Однако указанными особенностями могут обладать и системы иных видов.

Важно отметить, что в системах критического применения могут возникать взаимосвязи не только двух, но и большего числа элементов [3]. Поэтому в качестве структурно-параметрической модели систем указанного вида целесообразно использовать взвешенные гиперграфы [4].

Механизм оценки живучести эргатических систем

Как описано в [5], деструктивные воздействия различного вида могут являться причиной модифицирования структуры и связей в эргатических системах, вследствие чего может произойти изменение показателя эффективности их функционирования. В этой связи возникает задача разработки механизма оценки живучести эргатических систем.

Механизм оценки заключается в сравнении базового значения эффективности Ω , эффективности с оптимально выбранным набором альтернативных функций элементов системы и разницы между этими двумя показателям [6].

Для примера структурно-параметрическая модель условной системы до и после реструктуризации приведена на рисунках 1 и 2 [7]. Альтернативные функции элементов, их важности и веса вершин/связей приведены в таблицах 1–3 [8].

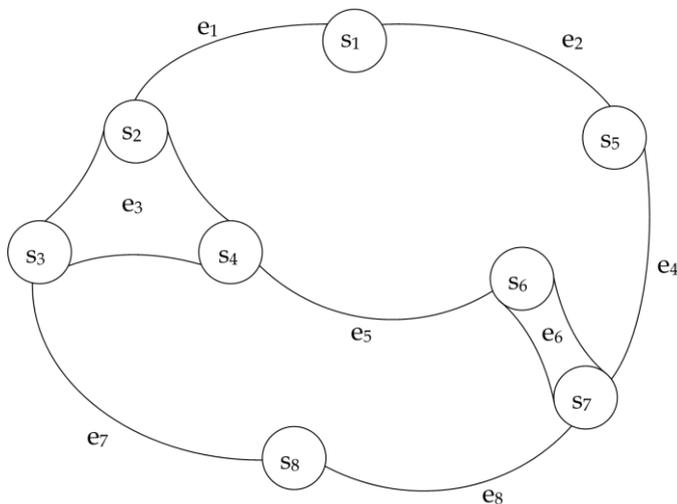


Рис. 1. Структурно-параметрическая модель условной эргатической системы

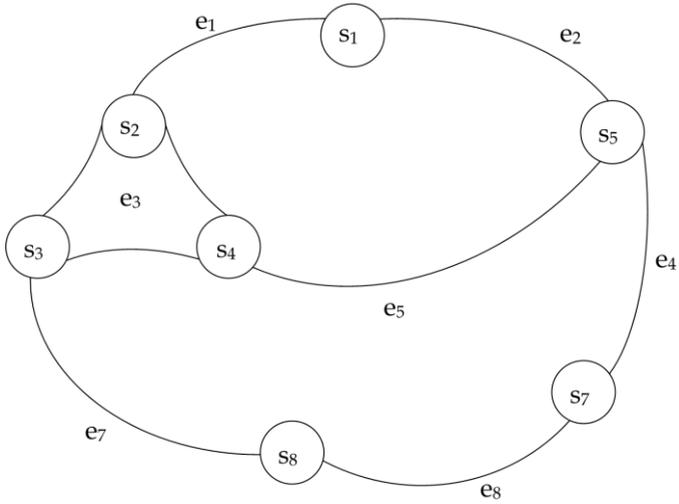


Рис. 2. Структурно-параметрическая модель условной эргатической системы после реструктуризации

Таблица 1

Альтернативные функции элементов системы

s_1	f_{11}	f_{12}
e_1	0	1
e_2	1	0
s_2	f_{21}	f_{22}
e_1	1	0
e_3	1	1
s_3	f_{31}	f_{32}
e_3	1	1
e_7	1	0
s_4	f_{41}	f_{42}
e_3	1	1
e_5	1	0
s_5	f_{51}	f_{52}
e_2	1	1
e_4	1	0
s_6	f_{61}	f_{62}
e_5	0	1
e_6	1	1

Окончание табл. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

s_7	f_{71}	f_{72}
e_4	1	0
e_6	1	1
e_8	0	1
s_8	f_{81}	f_{82}
e_7	1	0
e_8	0	1

Таблица 2

Веса вершин и связей системы

s_1	4	e_1	2
s_2	4	e_2	1
s_3	1	e_3	6
s_4	2	e_4	3
s_5	4	e_5	2
s_6	2	e_6	5
s_7	3	e_7	3
s_8	6	e_8	2

Таблица 3

Важности альтернативных функций элементов системы

f_{11}	0,5	f_{52}	0,3
f_{12}	0,5	f_{61}	0,8
f_{21}	0,3	f_{62}	0,1
f_{22}	0,2	f_{71}	0,4
f_{31}	0,6	f_{72}	0,2
f_{32}	0,2	f_{81}	0,3
f_{41}	0,8	f_{82}	0,2
f_{42}	0,3	f_{52}	0,3
f_{51}	0,7	f_{61}	0,8

Применяя описанный механизм [9, 10], можно получить следующие результаты:

1. Базовое значение эффективности работы системы $\Omega = 37,2$, а после реструктуризации – $\Omega = 32,6$, то есть можно сказать, что произошло снижение данного показателя на 12,4 %;

2. Значение эффективности работы системы с оптимально выбранным набором альтернативных функций элементов в начальном варианте $\Theta = 35,8$, а в реструктурированном – $\Theta = 31,1$, что говорит о снижении указанного показателя на 13,1 %.

Заключение

Основываясь на полученных результатах можно сделать вывод о правильности и адекватности реструктуризации графовой модели системы и последствиях полученных деформаций модели системы вследствие деструктивных воздействий путем сравнения количественного значения изменения указанных показателей. Однако необходимо отметить, что для каждой конкретной системы необходимо определить допустимое изменение эффективности ее работы, при котором целесообразно продолжение ее функционирования.

Список литературы

1. Меньших В. В. Моделирование коллективных действий сотрудников органов внутренних дел : монография / В. В. Меньших, А. Ф. Самороковский, Е. Н. Серeda, В. В. Горлов. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2017. – 236 с.

2. Зверев Г. И. Оценка эффективности функционирования эргатической системы при деструктивном воздействии / Г. И. Зверев // Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем» : сборник материалов. (Воронеж, 6 июня 2019 г.). – Воронеж, 2019. – С. 142-143.

3. Меньших В. В. Моделирование оценки живучести эргатических систем на основе использования взвешенных гиперграфов / В. В. Меньших, Г. И. Зверев // Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Труды XXI Международной конференции. В 2-х томах. (Самара, 03-06 сентября 2019 г.) – Самара, 2019. – С. 388-391.

4. Menshikh V. V. Simulating the Evaluation of Survivability of Ergatic Systems Based on the Use of Weighted Hypergraphs / V. V. Menshikh, G. I. Zverev // 2019 XXI International Conference Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP), Samara, Russia, 2019, pp. 541-544.

5. Зверев Г. И. Виды и описание структурных деформаций систем управления органов внутренних дел / Г. И. Зверев // Математические методы и информационно-технические средства: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции (Краснодар, 21 июня 2019 г.). – Краснодар, 2019. – С. 59-61.

6. Зверев Г. И. Об одном подходе к оценке живучести эргатических систем / Г. И. Зверев, В. В. Меньших // Информатика: проблемы, методология, технологии. Сборник материалов XIX международной научно-методической конференции (Воронеж, 14-15 февраля 2019 г.). – Воронеж, 2019. – С. 1138-1140.

7. Меньших В. В. Оптимизация выбора вариантов реструктуризации систем управления с многофункциональными элементами в условиях деструктивных воздействий / В. В. Меньших, Г. И. Зверев // Информационные системы и технологии ИСТ-2020. Сборник материалов XXVI Международной научно-технической конференции (Нижний Новгород, 24-28 апреля 2020 г.). – Нижний Новгород, 2020. – С. 601-606.

8. Зверев Г. И. Оптимизация выбора комбинации альтернативных функций многофункциональных элементов эргатических систем / Г. И. Зверев, В. В. Меньших // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики : сборник трудов Международной научной конференции. (Воронеж, 11-13 ноября 2019 г.). – Воронеж, 2020. – С. 807-809.

9. Zverev G. I. Optimizing the selection of combination of alternative functions of ergatic system multifunctional elements / G. I. Zverev, V. V. Menshikh // J. Phys.: Conf. Ser. – 1479. – 2020. – 012062.

10. Меньших В. В., Зверев Г. И. Выбор функций элементов эргатических систем для обеспечения их функционирования в условиях деструктивных воздействий. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020;8(3). Доступно по: https://moit.vivt.ru/wpcontent/uploads/2020/08/MenshikhZverev_3_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.30.3.004.