

# Метод поддержки принятия решений по обеспечению эргономического качества в полиэргатических центрах управления IT-ресурсами

Е. А. Лавров  
Сумский государственный университет  
prof\_lavrov@mail.ru

Н. Б. Пасько  
Сумский национальный аграрный университет  
nbpasko@gmail.com

П. И. Падерно<sup>1</sup>, А. А. Волосюк<sup>2</sup>  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
<sup>1</sup>pipaderno@list.ru, <sup>2</sup>aavolosiuk@gmail.com

В. И. Кизенко  
Институт педагогики национальной академии  
педагогических наук Украины  
Lab\_didaktika@bgtir.net

**Аннотация.** Рассмотрены задачи эргономического обеспечения центров управления IT-ресурсами. Предложен человеко-системный подход к задачам обеспечения надежности и эргономичности. Разработана основанная на концепциях функциональных сетей научной школы проф. Губинского А.И. и событийного моделирования технология оптимизации процессов функционирования центров управления IT-ресурсами. Метод предназначен для использования в процессах эксплуатации центров управления IT-ресурсами

**Ключевые слова:** управление инцидентами; «человек-машина»; человек-оператор; эргономика; контакт-центр

## I. ВВЕДЕНИЕ

Управление IT-ресурсами современных предприятий в последние годы стало самостоятельной критически важной задачей, связанной с обеспечением безопасности технологических процессов, людей, целых стран [1–5]. Широкое распространение получили фирмы, занимающиеся проблемами технического обеспечения систем обработки информации в распределенных системах управления, разбросанных по всему миру [2]. Предмет деятельности таких организаций – «управление инцидентами» (инцидент – событие, которое не является частью стандартного функционирования и которое приводит к остановке процессов или к снижению качества функционирования) [5]. Цель управления инцидентами – оперативно восстановить нормальное функционирование и минимизировать ущерб от нарушений в информационной системе [2–5].

Очевидно, что появился новый класс критических человеко-машинных систем управления IT-ресурсами с десятками, а иногда – сотнями работающих операторов [1–3]. Такие системы с многими операторами относят к

классу полиэргатических [4, 6] – систем «операторы – техника – среда» [7].

К сожалению, разнородность элементов, сложность организационных, технических, и информационных связей в такой системе усложняют проблему принятия решений по ряду вопросов организации деятельности операторов [4–7]. Существенным резервом повышения эффективности является т.н. учет «человеческого фактора» и оптимизация мероприятий по обеспечению эргономичности [8, 9]. К сожалению, несмотря на огромную актуальность [1–4], наука и практика далеки от полного решения возникающих задач обеспечения эргономического качества таких полиэргатических систем [5–11].

## II. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенный анализ деятельности реальных операторов центров управления IT-ресурсами позволил определить, что в большинстве случаев [1–5]:

- случайный характер возникновения и, как правило, высокая интенсивность потока заявок, а также жесткие временные ограничения, существенно усложняют работу операторов;
- причиной появления ошибочных реакций является операционно-темповая напряженность деятельности;
- в системах управления заявками отсутствуют реально действующие механизмы обеспечения эргономического качества, ориентированные на обеспечение нормативов деятельности операторов;
- управление интенсивностью потока заявок к каждому оператору и временными ограничениями

на реализацию алгоритмов деятельности могут быть резервами повышения эргономичности.

Для решения эргономических задач в сложных системах, предлагается [6, 12–18] комплекс методов системного анализа особенностей человека-оператора:

- квалификации;
- характеристик рабочего места;
- мотивации;
- влияния условий труда;
- структуры деятельности;
- функционального состояния оператора;
- других характеристик.

Описание и оценку алгоритмизированной деятельности оператора наиболее удобно проводить с использованием аппарата функциональных сетей научной школы профессора Анатолия Губинского [19, 20]. В последние годы разработан ряд новых моделей для оценки и оптимизации деятельности, а также – моделирующий квалиметрический программный комплекс для эрготехнических систем [21, 22]. К сожалению, в большинстве своем эти методы и средства ориентированы на моделирование деятельности одного оператора [21, 22] или на задачу распределения функций между операторами [4, 23, 24]. Задача моделирования деятельности в условиях случайного потока заявок и наличия очередей, к сожалению, не рассмотрена до сих пор.

Постановка задачи. Сформулировать в общем виде и разработать подход к решению задачи обеспечения эргономического качества в полиэргатических центрах управления ИТ-ресурсами.

### III. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА

#### A. Задача обеспечения эргономического качества

В общем случае задача является достаточно сложной, с огромным количеством влияющих факторов и слабоформализованной.

В связи с необходимостью принятия обоснованных решений и запросом практики нами принят следующий подход:

1. Разработать базовую модель, позволяющую давать (пусть и достаточно грубые) оценки – на основе комплекса допущений о системе.
2. Совершенствовать модель путем последовательного снятия отдельных допущений.

Для разработки базовой модели приняты допущения об:

- отсутствии влияния на работу операторов времени суток;
- одинаковых характеристиках всех операторов (подготовленность, мотивация, функциональное состояние и др.);

- неизменности во времени характеристик операторов;
- фиксированных технологиях выполнения заявок (установка на безошибочность, установка на скорость, выборочный самоконтроль и др.) с известными характеристиками случайной величины времени и вероятности безошибочного выполнения;
- независимости содержания заявок от источника;
- одинаковой технологии выполнения заявок;
- равной важности заявок.

При данной системе допущений базовую (простейшую) задачу обеспечения эргономического качества можно сформулировать следующим образом:

$$\beta(X, N) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$P\{T(X, N) < T_0\} > \alpha_0, \quad (2)$$

$$Z(X, N) \leq z_0, \quad (3)$$

$$\lambda(X, N) \leq \lambda_0, \quad (4)$$

$$K(X, N) \leq k_0, \quad (5)$$

$$X \in X_0, \quad (6)$$

$$N \in N_0, \quad (7)$$

где  $X_0$  – множество альтернативных вариантов технологий выполнения заявок;  $N_0$  – множество, описывающее допустимое количество операторов для реализации заявок (на смену),

$N_0 = \{N', \dots, N''\}$ ,  $N'$  – минимально необходимое количество операторов, рассчитываемое на основе показателей трудоемкости выполнения заявок (без учета эргономических норм и требований) [16],  $N''$  – максимально возможное количество операторов на смену;

$\beta(X, N)$  – средняя вероятность безошибочной реализации заявки;

$T$  – случайная величина времени от поступления до завершения выполнения заявки (сумма случайных величин времени  $T_{ож}$  ожидания в очереди и собственно времени  $T_{вып}$  выполнения заявки);

$T_0$  – директивное время до завершения выполнения заявки;

$\alpha_0$  – минимально допустимая вероятность своевременного завершения заявки;

$Z(X, N)$  – коэффициент загрузки оператора;

$z_0$  – максимально допустимое значение коэффициента загрузки;

$\lambda(X, N)$  – коэффициент очереди заявок у оператора (характеризует вероятность работы оператора в условиях очереди);



### C. Общая характеристика метода

Метод обеспечивает:

- Автоматическую (на базе аналитических моделей) оценку вариантов организации выполнения заявок операторами системы.
- Имитационное моделирование процессов выполнения заявок с возможностью оценивания, как прагматических характеристик, так и эргономических характеристик деятельности.
- Выбор оптимальных вариантов организации системы (количество операторов и технологии выполнения заявок) человеко-машинного взаимодействия.

### D. Апробация

Метод апробирован в процессах оперативного управления контакт-центрами и банковскими информационными системами.

## IV. ВЫВОДЫ

Разработанные модели развивают возможности человеко-системного подхода и аппарата функциональных сетей школы проф. Губинского А.И. и обеспечивают оперативное оценивание вариантов и оптимизацию человеко-машинного взаимодействия в полиэргатических центрах управления ИТ-ресурсами.

Новизна результатов состоит в том, что в отличие от известных моделей и средств, обеспечены:

- моделирование новых современных видов сложного диалогового взаимодействия с учетом альтернативных вариантов специфической деятельности по управлению инцидентами;
- возможность комплексирования аналитических и имитационных моделей, позволяющего оценивать комплекс прагматических показателей и показателей информационной нагрузки операторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] R.Y. Zhong, X. Xu, E. Klotz, et al., "Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review," *Engineering*, vol. 3, no. 5, pp. 616-630, 2017.
- [2] A. Vaxevanou, N. Konstantopoulos, "Basic Principles the Philosophy of Outsourcing", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 175, pp. 567-571, 2015
- [3] J. Rhodes, P. Lok, W. Loh, V. Cheng, "Critical success factors in relationship management for services outsourcing", *Service Business*, vol. 10, pp. 59-86, 2016
- [4] E. Lavrov, N. Pasko, A. Krivodub, N. Barchenko, V. Kontsevich, "Ergonomics of IT outsourcing. Development of a mathematical model to distribute functions among operators," *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, vol.4 (80), pp. 32-40, 2016. doi: 10.15587/1729-4061.2016.66021
- [5] A. Belov and E. Ulaeva, "Mathematical model of incident management in the composite applications," in *International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS)*, St. Petersburg - 2017, pp. 477-480 doi: 10.1109/ITMQIS.2017.8085866
- [6] M. Havlikovaa, M. Jirglb and Z. Bradac. "Human reliability in man-machine systems," *Procedia Engineering*, vol. 100, pp. 1207-1214, 2015. doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.485

- [7] A. N. Zhirabok, N. A. Kalinina, A. E. Shumskii, "Technique of monitoring a human operator's behavior in man-machine systems," *Journal of Computer and Systems Sciences International*, vol. 57, no. 3, pp. 443-452, 2018
- [8] J. Yang, M. Yang, W. Wang and F. Li. "Online application of a risk management system for risk assessment and monitoring at NPPs." *Nuclear Engineering and Design*, vol. 305, pp. 200-212, 2016.
- [9] A. Hassnain, Y. Yu, M. A. Shahzad, M. A. Ammar and T. Q. Ansari. "Available recovery time prediction in case of an accident scenario for NPP component." *Progress in Nuclear Energy*, vol. 97, pp. 115-122, 2017.
- [10] M P. Xu, J. Wang, M. Yang, W. Wang, Y. Bai, Y., and Y. Song. "Analysis of operator support method based on intelligent dynamic interlock in lead-cooled fast reactor simulator." *Annals of Nuclear Energy*, vol. 99, pp. 279-282, 2017.
- [11] P. C. Li, L. Zhang, L. C. Dai and X. F. Li. "Study on operator's SA reliability in digital NPPs. Part 1: The analysis method of operator's errors of situation awareness." *Annals of Nuclear Energy*, vol. 102, pp. 168-178, 2017.
- [12] P. Rothmorea, P. Aylwardb and J. Karnona. "The implementation of ergonomics advice and the stage of change approach." *Applied Ergonomics*, no. 51, pp. 370-376, 2015. doi: 10.1016/j.apergo.2015.06.013
- [13] P.C. Cacciabue. "Human error risk management for engineering systems: a methodology for design, safety assessment, accident investigation and training." *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 83, issue 2, pp. 229-269, 2014. doi: 10.1016/j.res.2003.09.013
- [14] E.J. Ekanem, A. Mosleh, S.H. Shen, "Phoenix-a model-based human reliability analysis methodology: qualitative analysis procedure," *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 145, pp. 301-315, 2016.
- [15] L. Mkrtchyan, L. Podofilini, V. N. Dang, "Bayesian belief networks for human reliability analysis: a review of applications and gaps," *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 139, pp. 1-16, 2015.
- [16] F. De Felice and A. Petrillo. "Methodological Approach for Performing Human Reliability and Error Analysis in Railway Transportation System." *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 3(5), pp. 341-353, 2011.
- [17] G.L. Tortorella, L.G.L. Vergara and E.P. Ferreira. "Lean manufacturing implementation: an assessment method with regards to socio-technical and ergonomics practices adoption." *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, pp.1-12, 2016.
- [18] V. A. Sedov, N. A. Sedova and S. V. Glushkov. "The fuzzy model of ships collision risk rating in a heavy traffic zone." *Vibroengineering PROCEDIA*, vol. 8, pp. 453-458, 2016.
- [19] Адаменко А.Н., Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания [Текст]: справочник / А.Н. Адаменко, А.Т. Ашерov, И.Л. Бердников и др.; под общ.ред. А.И. Губинского, В.Г. Евграфова. М.: Машиностроение, 1993. 528 с.
- [20] M. G. Grif, O. Sundui and E. B. Tsoy. "Methods of desingning and modeling of man-machine systems," in *Proc. of International Summer workshop Computer Science 2014*, 2014, pp. 38-40.
- [21] E. Lavrov and N. Pasko. "Automation of Assessing the Reliability of Operator's Activities in Contact Centers that Provide Access to Information Resources," in *Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*, vol. I: Main Conference. - Kyiv, Ukraine, May 14-17, 2018, pp.445-448.
- [22] E. Lavrov, A. Volosiuk, N. Pasko, V. Gonchar and G.Kozhevnikov. "Computer Simulation of Discrete Human-Machine Interaction for Providing Reliability and Cyber-security of Critical Systems," in *Proceedings of the Third International Conference Ergo-2018: Human Factors in Complex Technical Systems and Environments (Ergo-2018) July 4-7, 2018, St. Petersburg Russia-2018*, pp.67-70. doi:10.1109/ERGO.2018.8443846
- [23] E. Lavrov, N. Pasko, A. Tolbatov and V. Tolbatov. "Cybersecurity of distributed information systems. The minimization of damage caused by errors of operators during group activity," in *Proceedings of 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies-2017 (AICT-2017)*, 2017, pp. 83-87. doi:10.1109/AIACT.2017.8020071
- [24] E. Lavrov, N. Pasko and V. Borovyk. "Management for the operators activity in the polyergatic system. Method of functions distribution on the basis of the reliability model of system states," in *Proceedings of International Scientific and Practical Conference "Problems of Infocommunications. Science and Technology" (PICS&T- 2018)*, 2018, pp. 423-429. doi:10.1109/INFOCOMMST.2018.8632102