

Модель интеллектуального распределения трафика в кластерных сегментах теплотехнологических систем*

Б. В. Окунев¹, Е. К. Верейкина², А. И. Лазарев¹

¹Национальный исследовательский университет
Московский энергетический институт – филиал в г. Смоленске
214013, Россия, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1

²Национальный исследовательский университет
Московский энергетический институт
111250, Россия, Москва, Красноказарменная улица, 17

Аннотация. В настоящее время принятие решений по управлению теплотехнологическими системами является достаточно сложным процессом. Непосредственное расширение параметров и взаимосвязанных элементов между участниками существенно сказывается на масштабировании систем оценки и контроля потоков информации. Несмотря на достаточно стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий, существующие инструменты организации инфраструктурной поддержки процессов взаимодействия между клиентом и сервером все еще имеют существенные недостатки. Несовершенство таких решений не только сдерживает возможности роста их эффективности, но и является уязвимостью с точки зрения безопасности функционирования системы в целом. Целью исследования является алгоритмическая и программная разработка гибкой топологии сегментов сети с учетом динамически изменяющихся факторов. В результате проведен анализ существующих решений построения модульных сетевых протоколов для организации функционирования сложных систем. Выявлены их сильные стороны, уязвимости и потенциальные источники роста эффективности, на развитие и устранение которых направлено разработанное решение. Построена модель безопасной сети удаленного взаимодействия и обмена критически важной информацией для обеспечения стабильной работы сложно-технического оборудования в теплотехнологической системе. Особенностью разработанной модели является модуль безопасного доступа к требуемой информации за счет прямого *p2p* обмена между клиентами при помощи безопасного туннеля. Практическая значимость заключается в возможности использования разработанной модели интеллектуального распределения трафика в сегментах сети теплотехнологических систем различных видов экономической деятельности.

Ключевые слова: ТСР/ІР топологии, обеспечение безопасности данных, управление данными, нейронные модели, теплотехнологические комплексы

Поступила 03.11.2023, одобрена после рецензирования 09.11.2023, принята к публикации 13.11.2023

Для цитирования. Окунев Б. В., Верейкина Е. К., Лазарев А. И. Модель интеллектуального распределения трафика в кластерных сегментах теплотехнологических систем // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 6(116). С. 235–246. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-6-116-235-246

REFERENCES

1. Kensworth S., Saumitra A., Vahid D. et al. On the Design and Implementation of IP-over-P2P Overlay Virtual Private Networks. *IEICE Transactions on Communications*. 2020. Vol. E103.B. No. 1. P. 2–10. DOI: <https://doi.org/10.1587/transcom.2019CPI0001>
2. Zhang Y., Zhong N., You W. et al. NDFuzz: a non-intrusive coverage-guided fuzzing framework for virtualized network devices. *Cybersecurity*. 2022. No. 5(21). DOI: <https://doi.org/10.1186/s42400-022-00120-1>
3. Seneviratne P. Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks. New York: Apress, 2019. 320 p.
4. Ahmadi A.E. An Introduction to Wireless Mesh Networks. New York: Scholars' Press. 2022. 68 p.
5. Kim J.-W., Kim J., Lee J. Cross-Layer MAC/Routing Protocol for Reliability Improvement of the Internet of Things. *Sensors*. 2022. Vol. 22(9429). DOI: <https://doi.org/10.3390/s22239429>
6. Моисеев В. И. Экспериментальное исследование структуры пакетного буфера Ethernet коммутатора. *T-Comm*. 2020. № 1. С. 18–24.
Moiseev V.I. *Eksperimental'noe issledovanie struktury paketnogo bufera Ethernet kommutatora* [Experimental evaluation of ethernet switch packet buffer structures]. *T-Comm*. 2020. No. 1. Pp. 18–24. (In Russian)
7. Канаев А. К., Логин Э. В., Гришанов И. С. Комплексный алгоритм процессов контроля и управления телекоммуникационной сетью Carrier Ethernet с применением механизмов ОАМ // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2022. Т. 19. Вып. 2. С. 266–275. DOI: 10.20295/1815-588X-2022-2-266-275
Kanaev A.K., Login E.V., Grishanov I.S. Complex Algorithm for Control and Management Processes of Carrier Ethernet Telecommunication Network Using OAM Mechanisms. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2022. Vol. 19. No. 2. Pp. 266–275. DOI: 10.20295/1815-588X-2022- 2-266-275. (In Russian)
8. Никишин К. И. Исследование передачи трафика в программно-конфигурируемой сети с использованием cisco packet tracer // ВГТУ. 2022. № 5. С. 85–90.
Nikishin K.I. Modeling a wireless sensor network using OMNET. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Ryazan State Radio Engineering University]. 2022. No. 5. Pp. 85–90. (In Russian)

9. Simla J.A., Chakravarthy R., Leo M.L. An Experimental study of IoT-Based Topologies on MQTT protocol for Agriculture Intrusion Detection. *Measurement: Sensors*. 2022. Vol. 24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100470>

10. Wang M., Li Y., Lv J., Gao Y., Qiao C., Liu B., Dong W. ACE: A Routing Algorithm Based on Autonomous Channel Scheduling for Bluetooth Mesh Network. *Electronics*. 2022. No. 11(113). DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics11010113>

11. Андреев С. В., Хлупина А. А. Оптимизация скорости vpn для удаленной работы с использованием маршрутизаторов с arm-процессорами // Программные продукты и системы. 2020. № 4. С. 605–612.

Andreev S.V., Khlopina A.A. Optimizing speed for VPN providing the possibility of telework using routers powered by ARM CPU. *Programmnye produkty i sistemy. Software & Systems*. 2020. No. 4. Pp. 605–612. (In Russian)

12. Мартыанов А. В. Анализ информации о подключениях к сети предприятия удаленных пользователей // Инновационная наука. 2021. № 6. С. 46–48.

Martyanov A.V. Analysis of information about connections to the enterprise network of remote users. *Innovacionnaya nauka* [Innovative science]. 2021. No. 6. Pp. 46–48. (In Russian)

13. Zaenchkovsky A., Kirillova E., Zeman Z. Mathematical foundations intellectually coordination of data for group expert innovative processes evaluation within the framework of scientific and industrial cooperation. Algorithms and solutions based on computer technology. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 387. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-93872-7_9

14. Dai Y., Zhou Q., Leng M. et al. Improving the bi-LSTM model with XGBoost and attention mechanism: A combined approach for short-term power load prediction. *Applied Soft Computing*. 2022. No. 130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109632>

15. Борисов В. В., Булыгина О. В., Дли М. И., Козлов П. Ю. Рубрицирование текстовых документов на основе нечетких отношений различия // Прикладная информатика. 2020. Т. 15. № 3. С. 36–45. DOI: 10.37791/2687-0649-2020-15-3-36-45

Borisov V.V., Bulygina O.V., Dli M.I., Kozlov P.Yu. Rubrication of text documents based on fuzzy difference relations. *Prikladnaya informatika* [Journal of Applied Informatics]. 2020. Vol. 15. No. 3. Pp. 36–45. DOI: 10.37791/2687-0649-2020-15-3-36-45. (In Russian)

16. Pajankar A., Joshi A. *Hands-on Machine Learning with Python: Implement Neural Network Solutions with Scikit-learn and PyTorch*. New York: Apress, 2022. 356 p.

17. Чумакова Е. В., Корнеев Д. Г., Гаспарян М. С. Подход к проектированию нейронной сети для формирования индивидуальной траектории тестирования знаний // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 5. С. 102–115. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-5-102-115

Chumakova E.V., Korneev D.G., Gasparian M.S. An approach to the design of a neural network for the formation of an individual trajectory of knowledge testing. *Prikladnaya informatika* [Journal of Applied Informatics]. 2022. Vol. 17. No. 5. Pp. 102–115. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-5-102-115. (In Russian)

18. Непомнящий О. В. Метод оценки ресурсов в процессе функционально-поточкового высокоуровневого синтеза СБИС // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 3. С. 34–44. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-3-34-44

Nepomnyashchiy O.V. Resource estimation method in the process of functional-flow high-level VLSI synthesis. *Prikladnaya informatika* [Journal of Applied Informatics]. 2022. Vol. 17. No. 3. Pp. 34–44. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-3-34-44. (in Russian)

19. Park M.-H., Chakraborty S., Vuong Q.D. et al. Anomaly detection Based on time series data of hydraulic accumulator. *Sensors*. 2022. Vol. 22(9428). DOI: <https://doi.org/10.3390/s22239428>
20. Chen G., Tat T.P. Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems. 1st ed. Boca Raton: CRC Press, 2019. 328 p.

Информация об авторах

Окунев Борис Васильевич, канд. техн. наук, доцент, преподаватель кафедры информационных технологий в экономике и управлении, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» – филиал в г. Смоленске;

214013, Россия, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1;
ok-bmw@rambler.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8740-7855>

Верейкина Елизавета Константиновна, аспирант, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»;

111250, Россия, Москва, Красноказарменная улица, 17;
vereikina.ek@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3791-9099>

Лазарев Алексей Игоревич, ассистент кафедры информационных технологий в экономике и управлении, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» – филиал в г. Смоленске;

214013, Россия, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1;
anonymou.prodject@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3252-0409>