

УДК 502.3:004.81
DOI: 10.7868/S25000640260207

МЕТОД ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ПОЧВ В ТУМАННЫХ И КРАЕВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

© 2026 г. А.Ю. Таранов¹, А.А. Родина², М.В. Орда-Жигулина²

Аннотация. Представлен метод оценки целесообразности решения задач мониторинга почв в туманных и краевых вычислительных средах. Предложенный метод одновременно учитывает ключевые параметры вычислительной среды и параметры решаемой задачи. В методе на основе выделенных ключевых характеристик рассматриваемой связки «задача – вычислительная среда» и анализа их взаимного влияния выполняется построение графа с дальнейшим разложением его на подграфы и присвоением весов вершинам этих подграфов. Оценка степени целесообразности проводится посредством нормирования суммарного балла для всех вершин по шкале 0–100 %. В качестве вершин графа берутся выделенные значимые характеристики, а в качестве ребер – взаимосвязи между ними.

В качестве примера рассмотрена задача систематического мониторинга плодородия почв, которая представляет собой задачу систематического обследования агрохимических показателей с целью определения плодородности почвы с помощью системы мониторинга. В соответствии с методом в качестве характеристик выделено 10 параметров, характерных для связки «задача систематического мониторинга плодородия почв – туманная и краевая вычислительные среды». В результате для рассматриваемого примера проведена оценка целесообразности, которая интерпретируется как вариант решения со средней степенью целесообразности.

Предложенный метод может применяться для оценки целесообразности решения задач мониторинга почв в туманных и краевых вычислительных средах при проектировании распределенных систем мониторинга, так как позволяет оценить рациональность принимаемого решения еще на этапе разработки системы.

Ключевые слова: распределенные вычислительные среды, мониторинг почв, туманные и краевые вычисления, целесообразность решения задач.

A METHOD FOR ASSESSING THE FEASIBILITY OF SOLUTIONS TO THE SOIL MONITORING PROBLEMS IN FOG AND EDGE COMPUTING ENVIRONMENTS

A.Y. Taranov¹, A.A. Rodina², M.V. Orda-Zhigulina²

Abstract. The paper presents a method for assessing the feasibility of solving soil monitoring problems in fog and edge computing environments.

The proposed method simultaneously considers the key parameters of the computing environment and the parameters of the problem being solved. It constructs a graph based on the identified key characteristics of the considered “computing environment – task” pair and their mutual interactions. The graph is further decomposed into subgraphs, and weights are assigned to their vertices. The feasibility level is obtained by

¹ Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем имени академика А.В. Каляева Южного федерального университета (Scientific Research Institute of Multiprocessor Computing Systems named after Academician A.V. Kalyaev of Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42

² Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук (Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: ar.rodina@mail.ru

normalizing the total vertex score on a 0–100% scale. The identified significant characteristics serve as the vertices of the graph, and the relationships between them are taken as the edges.

The problem of systematic soil fertility monitoring is considered as a case study. This task involves systematic assessment of agrochemical indicators to determine soil fertility using a monitoring system. According to the method, 10 parameters characterizing the pair “systematic soil fertility monitoring task – fog and edge computing environments” are defined. As a result, for the considered example, an assessment of feasibility was carried out, which is interpreted as a solution option with a moderate degree of feasibility.

The method proposed in this paper can be used to assess the feasibility of solving soil monitoring problems in fog and edge computing environments when designing distributed monitoring systems, as it enables evaluation of the rationality of design decisions at the system development stage.

Keywords: distributed computing environments, soil monitoring, fog and edge computing, task feasibility evaluation.

1. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». *Гарант*. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/?ysclid=mljj-s237yr598618518> (дата обращения: 30.01.2026).
2. Zineb B., Siham B., Jean-Philippe L. 2022. A predictive and scalable architecture based on IoT and fog computing for smart city applications. In: *Innovations in smart cities applications. Volume 5. The proceedings of the 6th International conference on smart city applications*. Cham, Springer: 1071–1081. doi: 10.1007/978-3-030-94191-8_87
3. Narayanan L.K., Sankaranarayanan S. 2019. IoT enabled smart water distribution and underground pipe health monitoring architecture for smart cities. In: *2019 IEEE 5th International conference for convergence in technology (I2CT) (Bombay, India, 29–31 March 2019)*. IEEE: 1–7. doi: 10.1109/I2CT45611.2019.9033593
4. Orda-Zhigulina M.V., Melnik E.V., Rodina A.A., Ivanov D.Ya., Orda-Zhigulina D.V. 2019. Combined method of monitoring and predicting of hazardous phenomena. In: *Software engineering methods in intelligent algorithms. Volume 984. The proceedings of the 8th Computer science on-line conference. Advances in intelligent systems and computing*. Cham, Springer: 55–61. doi: 10.1007/978-3-030-19807-7_6
5. Блохина С.Ю., Блохин Ю.И. 2020. Интеллектуальное земледелие на основе Интернета вещей. *Земледелие*. 7: 7–15. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10702
6. Liutkevičius A., Morkevičius N., Venčkauskas A., Toldinas J. 2022. Distributed agent-based orchestrator model for fog computing. *Sensors*. 22(15): 5894. doi: 10.3390/s22155894
7. Петухова Н.В., Фархадов М.П., Качалов Д.Л. 2020. Разгрузка и консолидация вычислительных ресурсов в среде туманных и граничных вычислений. *Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика*. 50: 123–129. doi: 10/17223/19988605/50/15
8. Кирсанова А.А., Радченко Г.И., Черных А.Н. 2020. Обзор технологий организации туманных вычислений. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Вычислительная математика и информатика*. 9(3): 35–63. doi: 10.14529/cmse200303
9. Singh S.P., Nayyar A., Kumar R., Sharma A. 2019. Fog computing: from architecture to edge computing and big data processing. *The Journal of Supercomputing*. 75(2): 2070–2105. doi: 10.1007/s11227-018-2701-2
10. Карпов Д.В. 2022. *Теория графов*. М., МЦНМО: 560 с.
11. Родина А.А., Таранов А.Ю. 2025. Оценка целесообразности решения задач в туманных и красевых вычислительных

средах. В кн: *Научное приборостроение: перспективы разработки, создания, развития и использования: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова (Ростов-на-Дону, 21–23 августа 2025 года)*. Ростов н/Д, изд-во ЮИЦ РАН: 83–85.

REFERENCES

1. [Decree of the President of the Russian Federation dated February 28, 2024 No. 145 “On the Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation”]. *Garant*. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/?ysclid=mljjs237yr598618518> (accessed 30 January 2026). (In Russian).
2. Zineb B., Siham B., Jean-Philippe L. 2022. A predictive and scalable architecture based on IoT and fog computing for smart city applications. In: *Innovations in Smart Cities Applications. Volume 5. The proceedings of the 6th international conference on smart city applications*. Cham, Springer: 1071–1081. doi: 10.1007/978-3-030-94191-8_87
3. Narayanan L.K., Sankaranarayanan S. 2019. IoT enabled smart water distribution and underground pipe health monitoring architecture for smart cities. In: *2019 IEEE 5th International conference for convergence in technology (I2CT) (Bombay, India, 29–31 March 2019)*. IEEE: 1–7. doi: 10.1109/I2CT45611.2019.9033593
4. Orda-Zhigulina M.V., Melnik E.V., Rodina A.A., Ivanov D.Ya., Orda-Zhigulina D.V. 2019. Combined Method of Monitoring and Predicting of Hazardous Phenomena. In: *Software engineering methods in intelligent algorithms. Volume 984. The proceedings of the 8th Computer science on-line conference. Advances in intelligent systems and computing*. Cham, Springer: 55–61. doi: 10.1007/978-3-030-19807-7_6
5. Blokhina S.Yu., Blokhin Yu.I. 2020. [A smart farming concept based on the Internet of Things]. *Zemledelie*. 7: 7–15. (In Russian). doi: 10.24411/0044-3913-2020-10702
6. Liutkevičius A., Morkevičius N., Venčkauskas A., Toldinas J. 2022. Distributed agent-based orchestrator model for fog computing. *Sensors*. 22(15): 5894. doi: 10.3390/s22155894
7. Petukhova N.V., Farkhadov M.P., Kachalov D.L. 2020. [Unloading and consolidation of computing resources in the environment of fog and boundary computing]. *Tomsk State University Journal of Control and Computer Science*. 50: 123–129. (In Russian). doi: 10/17223/19988605/50/15
8. Kirsanova A.A., Radchenko G.I., Chernykh A.N. 2020. [Overview of fog computing organization technologies]. *Bulletin of the South Ural State University. Series Computational Mathematics and Software Engineering*. 9(3): 35–63. (In Russian). doi: 10.14529/cmse200303

9. Singh S.P., Nayyar A., Kumar R., Sharma A. 2019. Fog computing: from architecture to edge computing and big data processing. *The Journal of Supercomputing*. 75(2): 2070–2105. doi: 10.1007/s11227-018-2701-2
10. Karpov D.V. 2022. *Teoriya grafov*. [Graph theory]. Moscow, Moscow Center for Continuous Mathematical Education: 560 p. (In Russian).
11. Rodina A.A., Taranov A.Yu. 2025. [Assessing the feasibility of solving tasks in fog and edge computing environments]. In: *Nauchnoe priborostroenie: perspektivy razrabotki, sozdaniya, razvitiya i ispol'zovaniya: Materialy II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem pamyati chlena-korrespondenta RAN D.G. Matishova*. [Scientific instrumentation: prospects for elaboration, creation, development and use: Proceedings of the 2nd All-Russian Scientific Conference with international participation in memory of Corresponding Member RAS D.G. Matishov (Rostov-on-Don, Russia, 21–23 August 2025)]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences: 83–85. (In Russian).

Поступила 16.02.2026

Принята 18.03.2026