

**0.1. Павский К.В., Павский В.А., Ефимов А.В. Математическая трехпараметрическая модель для вычисления показателей надежности и живучести масштабируемых вычислительных систем с переключением**

Основной особенностью масштабируемых вычислительных систем (ВС) является модульность. Нарастание производительности в таких системах достигается за счет увеличения однотипных элементов, элементарных машин (например, вычислительный узел). В результате отказов производительность системы изменяется и обостряет проблему надежности и увеличивает сложность организации эффективного функционирования [1]. Рассматривая ВС как объект стохастический, при его анализе можно оценить потенциальные возможности вычислительной системы.

Для количественного анализа функционирования масштабируемых вычислительных систем используют показатели живучести, связанные с надежностью [2]. При определении показателей живучести следует учитывать, что параллельные программы сложных задач при их реализации на живучих ВС способны задействовать суммарную производительность всех работоспособных элементарных машин (узлов), число которых не является фиксированным.

Наиболее распространенными в теории вычислительных систем при анализе надежности являются модели, основанные на теории марковских процессов и теории массового обслуживания (ТМО). Большинство аналитических моделей ТМО не учитывает время переключения (реконфигурации) как отдельный параметр, ввиду сложности решения. Обычно ограничиваются тем, что время восстановления и переключения объединяют в один параметр [3]. В своей работе, на примере одной модели ТМО, мы получили аналитические решения системы дифференциальных уравнений вероятностей состояний ВС с тремя параметрами (отказ, восстановление и переключение) для расчета показателей надежности и потенциальной живучести. Тем самым предоставляется возможность пользователю самому определить, стоит ли учитывать время переключения.

В работе предложены аналитические решения для распределения вероятностей состояний системы и для расчета показателей потенциальной живучести в случае модели с тремя параметрами. Показано, что решения трехпараметрической модели сводятся к решениям двух параметрической модели, если не принимать во внимание время переключения.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-07-00624).*

**Список литературы**

- [1] GUPTA S., PATEL T., ENGELMANN C., TIWARI D. Failures in large scale systems: long-term measurement, analysis, and implications // SC '17: Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis. Denver, Colorado. 2017. N. 44. P. 1–12.
- [2] ХОРОШЕВСКИЙ В. Г. Архитектура вычислительных систем / М: МГТУ им. Баумана, 2008. 520 с.
- [3] MOR HARCHOL-BALTER Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action / Cambridge University Press, 2013.