

## Топологически независимый метод программирования киберфизических систем на основе процесс-ориентированной парадигмы

Авторы: Зюбин В. Е., Ануреев И. С., Гаранина Н. О., Старолетов С. М.

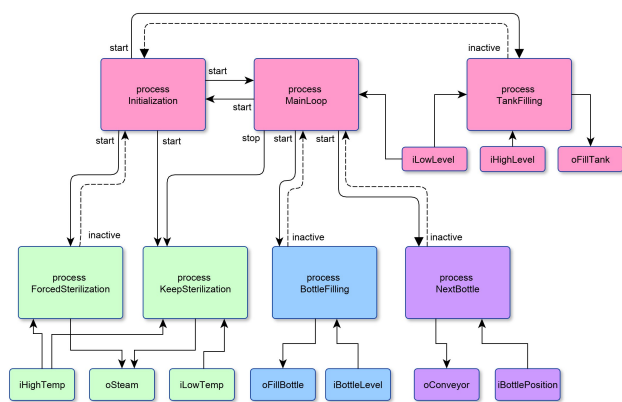


Рис. 1. Пример разбиения алгоритма на слабосвязанные кластеры

Предложена концепция топологически независимой спецификации алгоритмов распределенного управления на основе парадигмы процессно-ориентированного программирования. Концепция предполагает централизованное описание алгоритма в виде множества процессов, дальнейшее разбиение процессов на множество независимых или слабозависимых кластеров и последующее развертывание полученных кластеров (или групп кластеров) на отдельных микроконтроллерных узлах распределенной системы управления. Предложен алгоритм выделения кластеров на основе анализа

возможного недетерминизма при доступе к входным/выходным сигналам и межпроцессном взаимодействии, в том числе, в силу циклической зависимости процессов по управлению. Экспериментальные исследования подхода на модельных задачах управления линией розлива бутылок и шлюзом показали, что процесс-ориентированная спецификация обеспечивает мелкозернистое разбиение алгоритма управления на слабосвязанные кластеры, которые в среднем содержат по два процесса.

### Публикации

1. V. Zyubin, "popCAN: CAN-bus Application Level Protocol for Implementing Inter-Process Communication in Distributed Microcontroller Systems," 2024 IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON), Novosibirsk, Russian Federation, 2024, pp. 462-466, doi: 10.1109/SIBIRCON63777.2024.10758506.
2. Zyubin, V.E.; Garanina, N.O.; Anureev, I.S.; Staroletov, S.M. Towards Topology-Free Programming for Cyber-Physical Systems with Process-Oriented Paradigm. *Sensors* 2023, 23, 6216. <https://doi.org/10.3390/s23136216>.
3. V. E. Zyubin, D. S. Ivanishkin and I. S. Anureev, "Towards Process-Oriented Programming Distributed Control Systems," 2023 IEEE 24th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), Novosibirsk, Russian Federation, 2023, pp. 1840-1843, <https://doi.org/10.1109/EDM58354.2023.10225024>.
4. Зюбин В.Е. Реализация распределенной системы управления с сохранением семантики гиперпроцесса // Сборник трудов Российской конференции с международным участием «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы (DICR-2022)», Россия, г. Новосибирск, 5 – 8 декабря 2022 г. С. 91-97 DOI: 10.25743/DIR.2022.51.99.016..