

# Киберфизические системы промышленного Интернета вещей

Э. А. Гумеров<sup>1</sup>, Т. В. Алексеева<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Университет «Синергия», Москва, Россия

\* [TAlekseeva@synergy.ru](mailto:TAlekseeva@synergy.ru)

**Аннотация.** Эффективность управления приложениями промышленного Интернета вещей зависит от результативности работы киберфизических систем, отвечающих за сбор и обработку данных с входящих в их состав устройств, а также генерацию сигналов управления последними. Киберфизические системы также обеспечивают управляемость и информационную безопасность приложений промышленного Интернета вещей. В условиях роста объема передаваемых данных реакция исполнительных устройств на возмущающие воздействия в течение миллисекунды обуславливается повышенной скоростью передачи данных. В статье рассмотрены атрибуты уровней киберфизической системы, определяющие особенности процессов информационного обмена и управления. На основе анализа основных свойств и принципов парадигмы применения архитектуры Fog Computing предложена концепция киберфизической системы приложения промышленного Интернета вещей, которая позволяет обрабатывать генерируемые данные и прикладывать управляющее воздействие в местах возникновения проблем. Представлен результат разработки архитектуры киберфизической системы, построенной на принципах указанной парадигмы, а также обоснована перспективность ее практического применения. Результат базируется на архитектуре граничных и туманных вычислений OpenFog Reference Architecture, компьютерная сеть разрабатывалась программным путем в среде Cisco Application Centric Infrastructure. Предложенное решение характеризуется высоким уровнем информационной безопасности, который достигается за счет упразднения необходимости в передаче данных по сети, оперативного выявления атакованного узла и уничтожения вредоносного кода, а также применения средств предупреждения атак на программное обеспечение. Предложенное решение может быть использовано разработчиками систем промышленного Интернета вещей для эффективного запуска и реализации проектов.

**Ключевые слова:** киберфизическая система, промышленный Интернет вещей, информационная безопасность, интеллектуальная система обработки данных, интеллектуальная система распознавания атаки, распределенное управление

**Для цитирования:** Гумеров Э. А., Алексеева Т. В. Киберфизические системы промышленного Интернета вещей // Прикладная информатика. 2021. Т. 16. № 2. С. 72–81. DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-2-72-81

# Cyber-physical systems of the industrial Internet of things

E. Gumerov<sup>1</sup>, T. Alekseeva<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup> Synergy University, Moscow, Russia  
\* TAlekseeva@synergy.ru

**Abstract.** Cyber-physical systems are a means of effectively managing industrial applications of the Internet of things. Physical layer cyber-physical system implements the control devices of the industrial Internet of things and intelligent algorithms digital system level provide management and information security applications. Effective management and information security determine the success of the industrial Internet of things, so the research topic is relevant. The purpose of this article is to develop an optimal architecture of a cyber-physical system based on the principles of data processing at the place of their occurrence and the application of a control action at the place of the problem occurrence. The authors were faced with the task of exploring all the possibilities associated with the application of the proposed principles and developing an optimal application architecture for the industrial Internet of things. In the study proposed the concept of intelligent application of industrial Internet of things, which enables processing of continuously generated data in their source and provides application control action to the location of the problem. The proposed solution: a) increases the information security of the industrial application of the Internet of things (data is not transmitted over the network) and b) prevents an attack on the software of the Industrial application of the Internet of things. The solution can be used by developers of industrial IoT systems to effectively launch and implement projects.

**Keywords:** cyber-physical system, industrial Internet of things, information security, intelligent data processing system, intelligent attack recognition system, distributed control

**For citation:** Gumerov E., Alekseeva T. Cyber-physical systems of the industrial Internet of things. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2021, vol.16, no.2, pp.72-81 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-2-72-81

## Введение

Приложения промышленного Интернета вещей (далее – Приложения), активно внедряемые сегодня в практику, должны отвечать требованиям информационной безопасности и эффективности управления. Их основу образуют киберфизические системы, для которых характерны большой объем и разнообразие форматов данных, поступающих от входящих в их состав устройств. В этой связи оперативное формирование сигналов управления на основе получаемых данных и обеспечение информационной безопасности компьютерной сети и входящих в нее устройств – важная задача.

Для решения данной задачи предлагается использовать подход, который заключается в при-

менении управляющего воздействия по месту нахождения объекта воздействия для повышения безопасности компьютерной сети, а также в осуществлении обработки данных по месту нахождения источника, что позволит повысить безопасность данных и приведет к общему сокращению трафика.

Для практической реализации данного подхода предложено использовать вычислительную архитектуру *Fog Computing*. Компьютерная сеть создана в программной среде *Application Centric Infrastructure*, обеспечивающей нужную точность и безопасность сетевых интерфейсов и устройств.

Результаты воплощены в архитектуре приложения машиностроительного предприятия, отличающемся сложностью проведения монито-