



# Анализ синхронизации в сетях TSN

УДК 004.7

**М.В. ХИСАМОВА**, студент 2-го курса факультета информационных систем и технологий ФГБОУ ВО “Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики”, **Н.И. ЛИМАНОВА**, заведующий кафедрой информационных систем и технологий доктор технических наук, **В.В. КОЗЛОВ**, доцент кафедры информационных систем и технологий кандидат технических наук

## Анализ синхронизации в сетях TSN *Synchronization Analysis in TSN*

В представленной работе рассматривается детальный анализ ключевых аспектов синхронизации в сетях, построенных на основе чувствительной ко времени сети технологии. Происходящие события в отрасли помогают реализовать видение посредством одной из инициатив — стандарт IEEE Ethernet расширяется за счет включения TSN в производство.

Цель работы — предоставить перечень функционала данной сети, области применения и тенденции развития TSN сетей в мире технологий. Представленный анализ позволяет специалистам в области информационных технологий более обоснованно подходить к выбору сетевой архитектуры для реализации различных проектов и решения сложных задач. Коммуникация в режиме реального времени является важным фактором для промышленной автоматизации, когда речь идет об управлении движением, машинном зрении или связи “машина — машина”, где и применяется чаще всего технология TSN.

Данный анализ помогает сформировать более глубокое понимание особенностей сети, включая возможности в контексте обеспечения надежной и точной временной синхронизацией. Приводится обоснование в виде настройки оборудования в сетях TSN, топология сети для устройств, временные архитектуры каналов ввода и вывода.

В материале представлены примеры современных технологий, применяемых при производстве данного типа компьютерных сетей. Для предоставления более точного анализа был проведен эксперимент, в котором сравнили скорость синхронизации технологии TSN и Ethernet, его результаты также приведены в статье. Полученные выводы могут быть использованы при разработке и внедрении перспективных сетевых решений, требующих высокой временной синхронизации.

*The presented work provides a detailed analysis of the key aspects of synchronization in networks built on the basis of Time-Sensitive Networking technology. Recent industry developments are helping to realize the vision through one of the initiatives: the IEEE Ethernet standard is being expanded to include TSN in production.*

*The aim of the work is to provide a list of the functionality of this network, the areas of application, and the development trends of TSN networks in the world of technology. The presented analysis allows IT specialists to make a more informed choice of the suitable network architecture for the implementation of various projects and the solution of complex problems. Real-time communication is an important factor for industrial automation, when it comes to motion control, machine vision, or machine-to-machine communication, where TSN technologies are most often used.*

*This analysis helps to form a deeper understanding of the network's features and its capabilities in the context of ensuring reliable and accurate time synchronization. The rationale is provided in the form of equipment configuration in TSN networks; network topology for devices, temporal architectures of input and output channels.*

*The material presents examples of modern technologies used in the production of this type of computer network. To provide a more accurate analysis, an experiment of one of the well-known automotive companies was cited, the results of which are also presented in this article. The obtained conclusions can be used in the development and implementation of promising network solutions requiring high time synchronization.*

**Ключевые слова:** TSN, синхронизация, сеть, технология, стандарт, протокол, передача данных, коммутатор.  
**Keywords:** TSN, synchronization, network, technology, standard, protocol, data transfer, switchboard.

## Введение

Технология сети с учетом времени (TSN, Time-Sensitive Networking) представляет собой развитие стандартного Ethernet, в частности стан-

дарта IEEE 802.1, с добавлением функции синхронизации времени по сети и детерминированную связь с низкой задержкой в открытой сети Ethernet. Синхронизация в TSN регулируется стандартом IEEE

802.1AS, который определяет выполнение автоматической синхронизации между совместимыми коммутаторами Ethernet и конечными станциями.

**Статью целиком читайте  
в бумажной версии журнала**