

ОСОБЕННОСТИ TSN  
FEATURES TSN

УДК 621.391

ЛИХТЦИНДЕР Борис Яковлевич (доктор технических наук)  
(ПГУТИ)

В статье рассмотрены особенности применения сетей Ethernet в устройствах промышленной автоматике. Показана целесообразность применения сетей с управляемыми задержками (Time-Sensitive Networks) и рассмотрены особенности их применения. Рассмотрены принципы управления потоками трафика по расписанию, создавая преимущества высокоприоритетным потокам. Преимущества создаются за счет одновременного открытия временных окон по всему маршруту следования пакетов от отправителя до конечного получателя. Показаны примеры составления такого расписания. Проанализированы очереди, возникающие в результате накопления пакетов в течение промежутков времени закрытия каналов. Показано, что это приводит к пачечному характеру трафика. Показана возможность применения групповых моделей трафика. Рассмотрены вопросы реализации TSN на основе процессоров FPGA.

*The article discusses the features of using Ethernet networks in industrial automation devices. The expediency of using networks with controlled delays (Time-Sensitive Networks) is shown and the features of their application are considered. The principles of managing traffic flows on a schedule are considered, creating advantages for high-priority flows. The benefits are created by simultaneously opening time windows along the entire route of packets from the sender to the final recipient. Examples of such a schedule are shown. The queues that arise as a result of the accumulation of packets during the periods of closure of channels are analyzed. This has been shown to lead to a bursty traffic pattern. The possibility of using group traffic models is shown. The issues of TSN implementation based on FPGA processors are considered.*

**Ключевые слова:** автоматика, сети управления, временные задержки, сети Ethernet, управление трафиком, расписание.  
**Keywords:** automation, control networks, time delays, Ethernet networks, traffic control, schedule.

**Литература**

1. Brooks S., Uludag E. Time-Sensitive Networking: From Theory to Implementation in Industrial Automation. — Intel: White Paper. Pp. 1 — 7.
2. Основы теории вычислительных систем./ Под ред. Майорова С.А./ Учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа. 1978. 408 с.: ил.
3. Architecture Brief./ Literature of Altera.com. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 20.02.2021 г.
4. Лихтциндер Б.Я. Интервальные характеристики групповых пуассоновских моделей трафика телекоммуникационных систем// Инфокоммуникационные технологии. 2020. Том 18. № 3. С. 302 — 310.
5. Лихтциндер Б.Я. Трафик мультисервисных сетей доступа (интервальный анализ и проектирование). — М.: Горячая линия — Телеком. 2018. 290 с.