

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

24/7

NEWS

*Industry Online Support*

Home

Вопросы и  
ответы о TSN

TSN

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109757263>

Siemens  
Industry  
Online  
Support



## Оглавление

Оглавление.....	2
Указания по безопасности.....	3
1. Вступление.....	4
2. Вопросы и ответы.....	5
2.1. Что такое TSN?.....	5
2.2. Каковы преимущества привносит технология TSN в существующий стандарт Ethernet?.....	5
2.3. Классификация TSN по модели OSI/ISO.....	6
2.4. Для использования TSN потребуются специальные процессоры Ethernet или будет достаточно уже имеющихся стандартных компонентов?.....	6
2.5. Потребуются ли технологии OPC UA и PROFINET в будущем?.....	7
2.6. Что такое OPC UA?.....	7
2.7. В чем разница между OPC и OPC UA?.....	8
2.8. OPC UA: в чем разница между архитектурами «Клиент/Сервер» и «Издатель/Подписчик»?..	8
2.9. В каких задачах следует использовать OPC UA TSN с архитектурой «Издатель/Подписчик»?..	9
2.10. В каких задачах следует использовать PROFINET TSN?.....	9
2.11. TSN заменит PROFINET?.....	9
2.12. В будущем TSN заменит PROFINE IRT?.....	9
2.13. Какие профили PROFINET будут работать в TSN?.....	10
2.14. Чем отличается ERTEC от TSN-чипа?.....	10
2.15. Что такое IIC и LNI4.0?.....	10
2.16. В чем разница подходов IIC и LNI4.0?.....	11
2.17. Какие специальные требования предъявляются к TSN для обеспечения информационной безопасности?.....	11
2.18. Можно ли использовать в TSN-сетях firewall?.....	11
2.19. Можно ли использовать TSN на сетевом уровне модели OSI?.....	11
2.20. Потребуются ли для TSN специальные кабели?.....	11
2.21. Можно ли будет установить устройства с поддержкой TSN в «обычную» Ethernet-сеть?....	12
2.22. Можно ли реализовать поддержку TSN на устройстве с помощью его перепрошивки?.....	12
2.23. MQTT и AMQP – что это за протоколы и зачем они нужны?.....	12
3. Глоссарий.....	13

## Указания по безопасности

Этот документ относится к материалам портала службы техподдержки Siemens ([Siemens Industry Online Support](#)), и поэтому на него распространяются [правила пользования порталом](#).

Siemens предлагает продукты и решения с функциями промышленной безопасности, которые защищают установки, решения, машины, приборы и (или) сети в ходе эксплуатации. Они являются важными компонентами целостной концепции промышленной безопасности. С учетом данного аспекта продукты и решения фирмы Siemens постоянно совершенствуются. Siemens рекомендует в обязательном порядке регулярно запрашивать информацию о продуктах и обновлениях.

Для безопасной эксплуатации продуктов и решений фирмы Siemens необходимо предпринять соответствующие меры защиты (например, реализовать ячеистую концепцию безопасности) и интегрировать каждый компонент в целостную концепцию промышленной безопасности, которая соответствует актуальному уровню развития техники. При этом следует учитывать используемые продукты других производителей. Более подробную информацию по промышленной безопасности можно найти по адресу: <http://www.siemens.com/industrialsecurity>

Чтобы постоянно быть в курсе последних обновлений продуктов, подпишитесь на нашу рассылку информации о продуктах. Более подробную информацию можно найти по адресу: <http://support.automation.siemens.com>

## 1. Вступление

**Сейчас:** [Ethernet](#) является признанным стандартом промышленных сетей. Простота и масштабируемость обеспечили ему широкое признание на рынке. Но в одной области Ethernet не смог добиться успеха: в задачах обмена данными в режиме реального времени.

**В будущем:** синхронизируемые по времени сети ([Time-Sensitive Networking](#), сокращенно **TSN**), основанные на Ethernet, позволят осуществлять контролируемую и детерминированную передачу критически важных данных в реальном времени через стандартное оборудование. Это приведет к началу новой эпохи промышленных коммуникаций. В данном документе собраны вопросы и ответы, касающиеся технологии TSN.

## 2. Вопросы и ответы

### 2.1. Что такое TSN?

TSN ([Time-Sensitive Networking](#)) – это набор расширений технологии [Ethernet](#), созданием которого занимается рабочая группа [IEEE 802.1Q](#). TSN представляет собой набор стандартов, которые в основном касаются улучшения сетевого взаимодействия на канальном уровне [модели OSI](#). Таким образом, TSN не является промышленным протоколом – он представляет собой базовую технологическую платформу, которую могут использовать протоколы более высокого уровня.

### 2.2. Каковы преимущества привносит технология TSN в существующий стандарт Ethernet?<sup>1</sup>

Если вкратце, Ethernet с TSN дополняет существующие средства Ethernet в том, что касается обеспечения качества обслуживания ([QoS](#)), включая выделение полосы пропускания, синхронизацию, гарантию низких значений задержки и даже однородное резервирование.

Устройства «сигнализируют» через сеть о своих требованиях к качеству коммуникации, и сеть гарантированно устанавливает для них необходимый уровень QoS. Различные подключения представляют собой потоки, для которых резервируется полоса пропускания благодаря выделению ресурсов в памяти коммутаторов Ethernet. Каждый из этих потоков может обрабатываться в режиме реального времени. Потоки инкапсулируются, и в результате TSN позволяет запускать в одной сети несколько протоколов, поддерживающих передачу данных в режиме реального времени, одновременно (это называется сетевой конвергенцией). В этом и заключается принципиальное отличие данной технологии от существующих сейчас протоколов реального времени на основе Ethernet, запускаемых в сети только поодиночке.

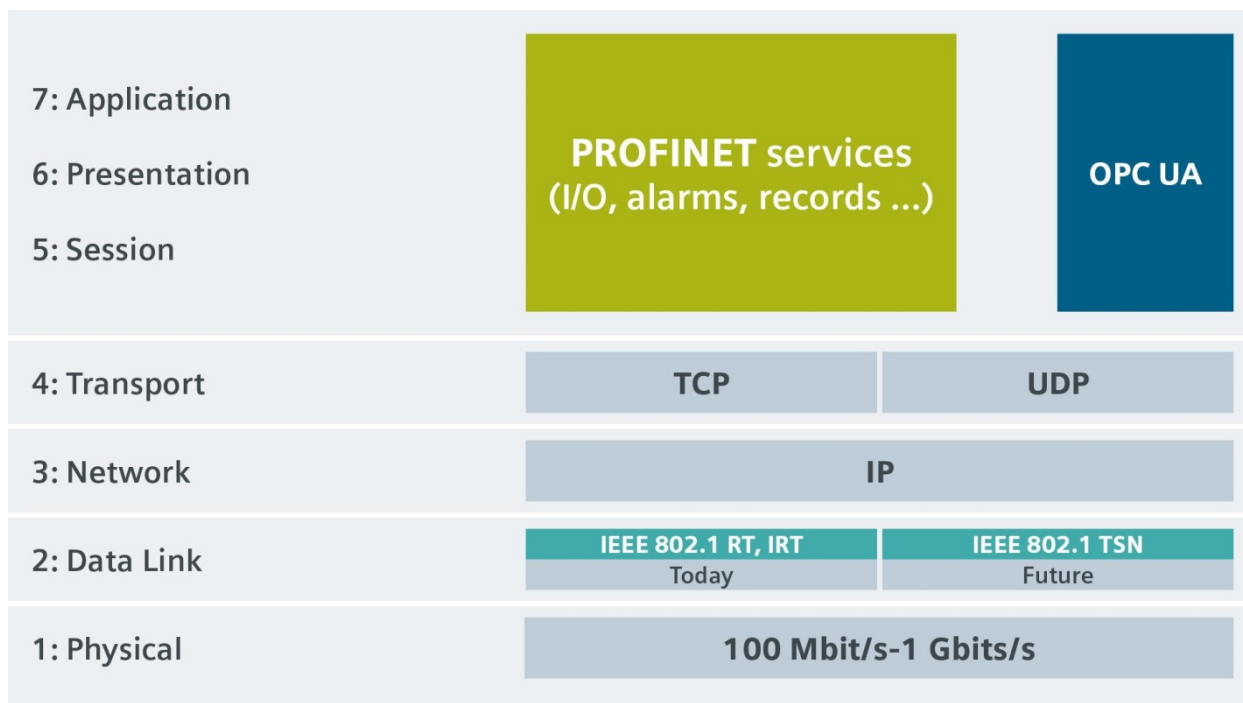
---

<sup>1</sup> Перевод пункта взят с официального сайта Siemens:

<https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/avtomatizacia/promyshlennaya-kommunikaciya/ethernet/tsn.html>

### 2.3. Классификация TSN по модели OSI/ISO

По [модели OSI/ISO](#) TSN соответствует [канальному уровню](#) (уровню 2) и в будущем заменит на этом уровне «обычный» Ethernet. Такие протоколы, как [PROFINET](#) и [OPC UA](#), реализованы на уровнях 5–7.



### 2.4. Для использования TSN потребуются специальные процессоры Ethernet или будет достаточно уже имеющихся стандартных компонентов?<sup>2</sup>

Для использования TSN потребуется аппаратный модуль с поддержкой этой технологии. Расширить функционал уже установленных модулей Ethernet для работы с TSN за счет программного обеспечения, как правило, невозможно.

Однако предполагается, что в будущем все стандартные модули Ethernet будут поддерживать TSN. Именно это является для Siemens основным стимулом для переноса решений [PROFINET](#) на TSN. Все ведущие производители уже начали разрабатывать или по крайней мере сообщили о начале разработки аппаратных модулей со средствами TSN. Таким образом, перед производителями технического оборудования открываются широкие возможности по проектированию устройств.

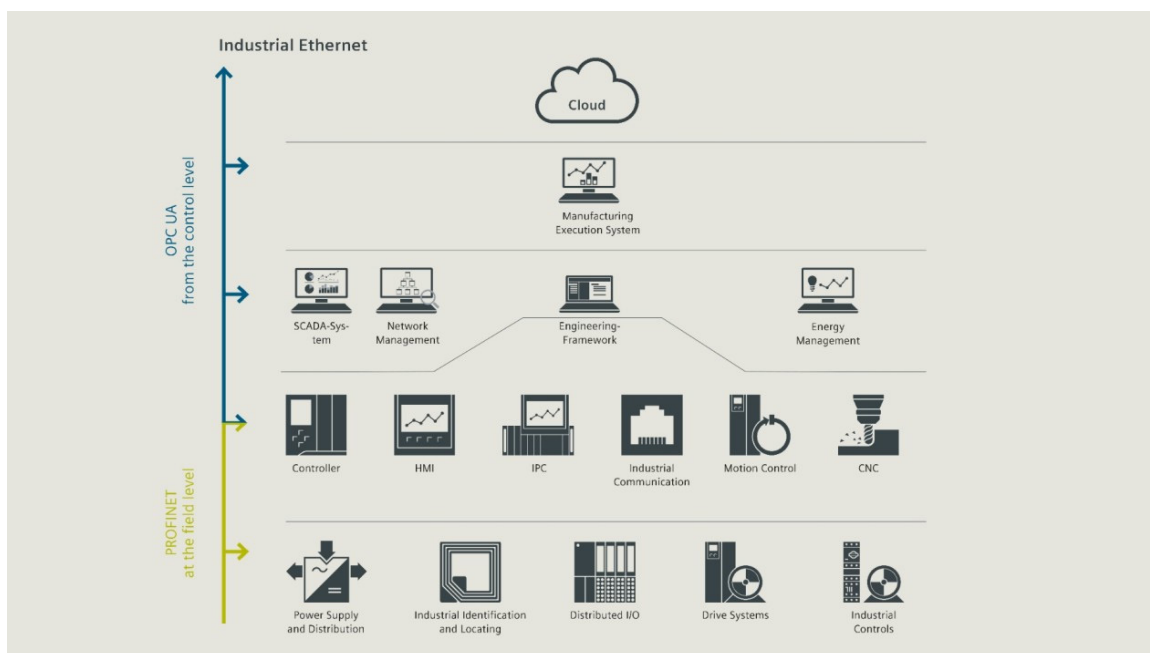
<sup>2</sup> Перевод пункта взят с официального сайта Siemens:

<https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/avtomatizacia/promyshlennaya-kommunikaciya/ethernet/tsn.html>

## 2.5. Потребуется ли технологии OPC UA и PROFINET в будущем?<sup>3</sup>

Да. [OPC UA](#) и [PROFINET](#) – это протоколы, используемые в модели ISO/OSI на уровнях 5–7. В основу самих стандартов OPC UA и PROFINET ляжет базовая технология уровня 2 – TSN. Преимущества OPC UA заключаются в поддержке вертикальной коммуникации и создания сетей между машинным оборудованием на уровне управления, а PROFINET соответствует всем требованиям для рабочих объектов. Именно поэтому стратегия «Сименс» остается неизменной:

- Полевой уровень АСУ (связь с модулями IO): **PROFINET**
- Средний (ПЛК) и верхние (SCADA, MES, ERP) уровни АСУ: **OPC UA**



## 2.6. Что такое OPC UA?

[OPC UA](#) (Unified Architecture) – это стандарт, описывающей передачу данных в промышленных сетях. Он обеспечивает защищенную и надежную коммуникацию между устройствами, являясь при этом аппаратно- и платформно-независимым. Последний факт позволяет обеспечить обмен данными между устройствами с разными операционными системами. Сильными сторонами OPC UA является объектно-ориентированная информационная модель, которая позволяет «просматривать» данные (в стиле web-браузера), и [сервис-ориентированная архитектура](#) (SOA). К числу сервисов (помимо очевидного доступа к данным) относятся оповещения об авариях, просмотр истории, вызов кода на устройствах и т. д. Поэтому OPC UA – нечто большее, чем еще один промышленный протокол, и он идеально подходит для передачи данных на среднем и верхнем уровне АСУ. При этом OPC UA не предназначен для использования на полевом уровне.

<sup>3</sup> Перевод пункта взят с официального сайта Siemens:

<https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/avtomatizacia/promyshlennaya-kommunikaciya/ethernet/tsn.html>

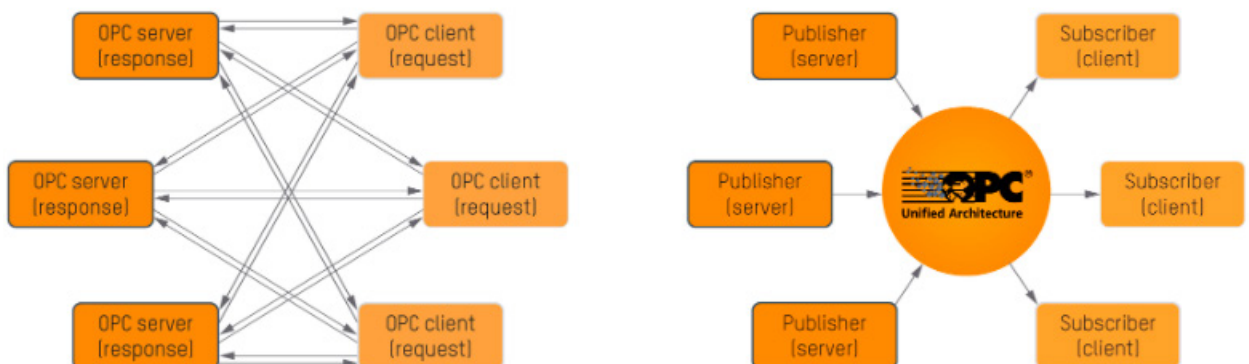
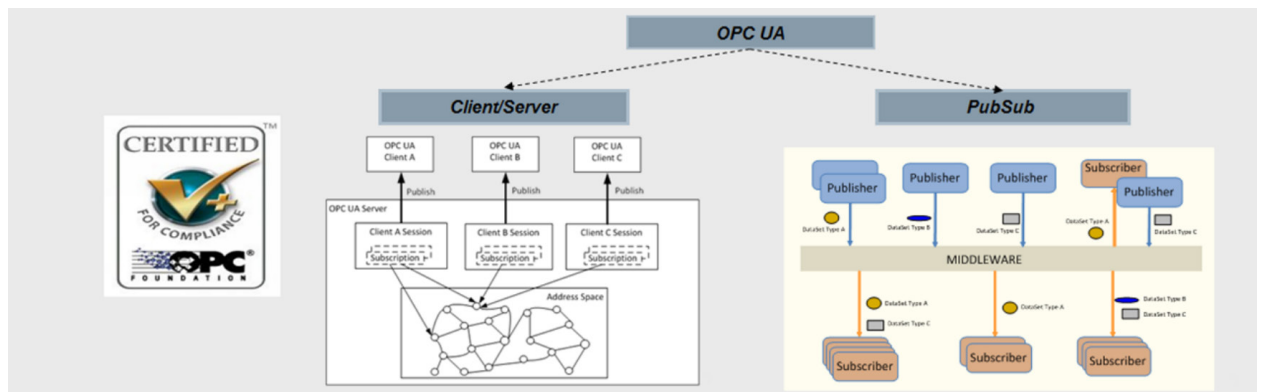
## 2.7. В чем разница между OPC и OPC UA?

«Классический» OPC был основан на [OLE](#) и [DCOM](#), которые являются проприетарными технологиями Microsoft, используемыми только в ОС Windows. [OPC UA](#) (Unified Architecture) разрабатывался как аппаратно- и платформо-независимый стандарт, и поэтому опирается только на обычный Ethernet.

## 2.8. OPC UA: в чем разница между архитектурами «Клиент/Сервер» и «Издатель/Подписчик»?

Архитектура «[Клиент/Сервер](#)» относится к типу соединений «[точка-точка](#)»: клиент посылает запрос серверу и ожидает от него ответ. Такая архитектура практически всегда основана на стеке [TCP/IP](#) и не может быть использована для передачи данных в реальном времени.

Архитектура «[Издатель/Подписчик](#)» относится к типу соединений «[точка-многоточка](#)». Издатели предоставляют данные, которые могут быть получены множеством подписчиков. Издатели и подписчики не знают о существовании друг друга и взаимодействуют через отдельный сервер. Подписчики однократно присылают на сервер информацию о нужных им данных, после чего сервер ретранслирует подходящие сообщения от издателей по мере их поступления. Такая архитектура, в зависимости от требований производительности, может быть основана на разных протоколах (например, [UDP](#)).





### 2.9. В каких задачах следует использовать OPC UA TSN с архитектурой «Издатель/Подписчик»?

[OPC UA](#) разрабатывался в первую очередь как средство связи между ПЛК и верхними уровнями АСУ, и в настоящее время завоевал популярность в задачах [межмашинного взаимодействия](#) (M2M). Передача данных в режиме реального времени на верхнем уровне АСУ фактически не нужна, а на среднем уровне – может потребоваться только при обмене данными между несколькими ПЛК. По техническим причинам в сетях TSN для использования OPC UA в реальном времени подходит только архитектура «[Издатель/Подписчик](#)». Архитектура «[Клиент/Сервер](#)» также может быть использована, но поскольку она основана на стеке [TCP/IP](#), то неспособна обеспечить обмен данными в реальном времени и защиту полосы пропускания.

### 2.10. В каких задачах следует использовать PROFINET TSN?

Преимущества [PROFINET](#) проявляются на полевом уровне АСУ. В среднесрочной перспективе PROFINET будет адаптирован к технологиям TSN и станет на 100% совместимым с IEEE-стандартом даже для приложений изохронного реального времени. Специальные микросхемы (такие как [ERTEC](#), Tiger и т. д.) будут теперь не нужны.

### 2.11. TSN заменит PROFINET?

Нет. [PROFINET](#) с самого начала был основан на IEEE-стандартах, и TSN – это просто еще один из них, который позволит расширить возможности канального уровня. PROFINET предоставляет необходимые в системах автоматизации сервисы – такие, как циклический и ациклический опрос, получение аварийных и диагностических сигналов, настройку приборов и т. д., которые не могут быть реализованы в TSN. Таким образом, TSN представляет собой не очередной промышленный протокол, а базовую технологию, которую высокоуровневые протоколы (PROFINET, [OPC UA](#) и т. д.) могут использовать для своих нужд.

### 2.12. В будущем TSN заменит PROFINE IRT?

Нет. TSN представляет собой не очередной промышленный протокол, а базовую технологию, которую высокоуровневые протоколы ([PROFINET](#), [OPC UA](#) и т. д.) могут использовать для своих нужд. Консорциум [PROFINET International](#) уже разрабатывает новый профиль PROFINET (в дополнение к RT и IRT), основанный на TSN. TSN стандартизируют передачу данных в реальном времени на канальном уровне; для существующих протоколов (например, PROFINET IRT) это производилось с помощью специальных микросхем. Таким образом, в будущем протоколы, основанные на TSN, смогут использоваться в приборах, соответствующих требованиям TSN, даже в задачах изохронного реального времени. TSN обеспечит уже существующие преимущества

PROFINET IRT (детерминированность, резервирование полосы пропускания, диагностику, резервирование) на базе стандартного (*т. е. соответствующего стандартам TSN*) оборудования. Разумеется, профили RT и IRT останутся частью PROFINET и будут развиваться вместе с протоколом.

Отметим, что PROFINET TSN сможет использоваться не только в задачах изохорного реального времени (IRT), связанных с управлением движением (motion control), но и в задачах «обычного» реального времени (RT).

### 2.13. Какие профили PROFINET будут работать в TSN?

TSN затрагивает только канальный уровень сети, а профили [PROFINET](#) реализованы на уровне приложений – поэтому они будут полностью сохранены и доступны. Кроме того, планируется разработка отказоустойчивых [межмашинных коммуникаций](#) с использованием [OPC UA](#) и [PROFIsafe](#).

### 2.14. Чем отличается ERTEC от TSN-чипа?

[ERTEC](#) – это специальная сетевая микросхема, разработанная Siemens и используемая для реализации профилей RT и IRT протокола [PROFINET](#). ERTEC установлена во многих устройствах Siemens – например, в модулях ввода-вывода ET200.

TSN-чипы будут производиться разными фирмами – такими как Intel, Marvell, Broadcom, TI и т. д. TSN-чипы используются для реализации универсальных TSN-механизмов, стандартизированных IEEE.

### 2.15. Что такое IIC и LNI4.0?

В настоящий момент существуют две основных испытательных лаборатории, занимающихся TSN: [IIC](#) (Industrial Internet Consortium) и [LNI4.0](#) (Labs Networks Industrie 4.0). Обе используются для проверки совместимости оборудования с поддержкой TSN от разных производителей для формирования окончательных стандартов технологии TSN.

Ключевые компании, представленные в IIC: Cisco, B&R, Bosch, Schneider, Belden, NI.

Ключевые компании, представленные в LNI4.0: Siemens, Huawei, Belden, B&R, Festo, Mitsubishi.

Обе лаборатории концентрируются на использовании [OPC UA](#) поверх TSN для организации [межмашинного взаимодействия](#) (M2M).

**2.16. В чем разница подходов IIS и LNI4.0?**

Основное отличие испытательных лабораторий заключается в подходе к конфигурации сетевого оборудования. [IIS](#) использует централизованный подход, который подразумевает, что каждое устройство настраивается отдельно через универсальное конфигурационное ПО. [LNI4.0](#) придерживается децентрализованного подхода, при котором распределение потоков в сети происходит автоматически с помощью специальных протоколов резервирования. Этот подход позволяет осуществлять «plug&play» подключение устройств.

В среднесрочной перспективе лаборатории планируют объединить свои стенды, чтобы обеспечить возможность интеграции сетей, основанных на разных подходах к конфигурированию.

**2.17. Какие специальные требования предъявляются к TSN для обеспечения информационной безопасности?**

Никаких. Технология TSN никак не связана с обеспечением информационной безопасности. Эти вопросы в промышленных сетях должны решаться независимо друг от друга.

**2.18. Можно ли использовать в TSN-сетях firewall?**

Да. Технология TSN связана с канальным уровнем сети и не мешает реализации более высокоуровневых протоколов и контроля их трафика.

**2.19. Можно ли использовать TSN на сетевом уровне модели OSI?**

Нет. TSN представляет собой набор стандартов, касающихся только [канального уровня](#) сети, и никак не связан с маршрутизацией трафика.

**2.20. Потребуется ли для TSN специальные кабели?**

Нет, для TSN будут использоваться стандартные Ethernet-кабели.

### **2.21. Можно ли будет установить устройства с поддержкой TSN в «обычную» Ethernet-сеть?**

Да, TSN-шлюзы могут быть установлены в любой точке обычной Ethernet-сети. Однако технологические преимущества TSN заканчиваются в узле, который не поддерживает этот стандарт. «TSN-трафик» может передаваться только между устройствами, поддерживающими TSN.

### **2.22. Можно ли реализовать поддержку TSN на устройстве с помощью его перепрошивки?**

Если устройство отвечает определенным требованиям (является так называемым «TSN-ready»), то поддержка TSN может быть реализована с помощью обновления прошивки.

### **2.23. MQTT и AMQP – что это за протоколы и зачем они нужны?**

Протоколы [MQTT](#) и [AMQP](#) часто упоминаются в контексте [Индустрии 4.0](#), цифровизации, промышленного интернета вещей (IIoT) и TSN. Оба протокола работают на транспортном уровне и предназначены для связи с облачными сервисами. Так как стандарт [OPC UA](#) не привязан к транспортному уровню, то эти протоколы могут использоваться для передачи данных, полученных по OPC UA, в облачные сервисы. MQTT отличается простотой реализации и нетребователен к техническим характеристикам устройства. AMQP предоставляет широкий набор функций для работы с сообщениями и их очередями, позволяет гибко настраивать маршрутизацию и шифрование трафика, но проигрывает MQTT в производительности и простоте. Протокол MQTT в настоящее время поддерживается большинством облачных провайдеров: IBM, QTC, SAP, GE, Amazon, Google и Microsoft. Протокол AMQP поддерживается только Microsoft.

**Примечание:** технологии TSN работают только на канальном уровне сети. Сообщения протоколов MQTT и AMQP могут передаваться по TSN, но в какой-то момент они, вероятно, покинут TSN-сеть и будут доставлены в облачный сервис через протоколы транспортного уровня.

### 3. Глоссарий

[AMQP \(Advanced Message Queuing Protocol\)](#) – протокол для обмена данными с облачными сервисами, разработанный и используемый компанией Microsoft.

[IIC \(Industrial Internet Consortium\)](#) – тестовая лаборатория, занимающаяся испытаниями TSN-оборудования и выработке рекомендаций по создаваемым стандартам.

[IRT \(Isochronous RealTime\)](#) – изохронное реальное время (профиль протокола PROFINET).

[LNI4.0 \(Labs Network Industrie 4.0\)](#) – тестовая лаборатория, занимающаяся испытаниями TSN-оборудования и выработке рекомендаций по создаваемым стандартам.

[MQTT \(Message Queue Telemetry Transport\)](#) – протокол для обмена данными с облачными сервисами, поддерживаемый большинством компаний.

[OPC](#) (Openness Productivity Collaboration; ранее: OLE for Process Control) – набор спецификаций, определяющих передачу данных в промышленных сетях и взаимодействие устройств.

[OPC UA \(OPC Unified Architecture\)](#) – спецификация, определяющая передачу данных в промышленных сетях и взаимодействие устройств. Сильно отличается от спецификаций «обычного» OPC, в частности, платформно-независимостью.

[QoS \(Quality of Service\)](#) – технология предоставления различным классам трафика различных приоритетов в обслуживании.

[TSN \(Time-Sensitive Networking\)](#) – набор стандартов, расширяющих возможности сетей Ethernet на канальном уровне. Именно ему посвящен данный документ.