



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
1001—
2025

Информационные технологии
**ТЕСТИРОВАНИЕ РОБОТОВ
НА МОДЕЛЬНОЙ СЕТИ**

(ITU-T Q.TSN, The testing of the robotics on the model network, MOD)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 022 «Информационные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 апреля 2025 г. № 9-пнст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к проекту международного стандарта ITU-T Q.TSN «Тестирование роботов на модельной сети» (ITU-T Q.TSN «The testing of the robotics on the model network», MOD) путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом.

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного проекта международного стандарта для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (пункт 3.5).

Примеры тестов приведены в дополнительном приложении ДА.

Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем проекта международного стандарта приведено в дополнительном приложении ДБ

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее, чем за 4 мес до истечения срока его действия, разработчику настоящего стандарта по адресу: 193232 Санкт-Петербург, пр. Большевиков д. 22, корп. 1 и в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 109074 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

II

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки.	1
3 Термины и определения	1
4 Сокращения	1
5 Структура модельной сети	2
6 Исследуемые параметры	2
7 Описание процедуры тестирования.	3
8 Сценарии тестирования.	3
Приложение I (справочное) Пример тестирования на основе DWDM-системы	4
Приложение ДА (справочное) Примеры тестов	5
Приложение ДБ (справочное) Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем проекта международного стандарта.	6
Библиография	7

Введение

В настоящее время роботы все чаще применяются в различных областях народного хозяйства (в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и т. д.), в связи с чем все большее распространение получают услуги удаленного управления роботами по сети связи. Одной из важных задач при практической реализации подобных услуг является проведение комплексного тестирования. Такое тестирование может проводиться на стадии разработки, лабораторных или иных испытаний, при вводе в эксплуатацию и т. д.

В стандарте представлены структура и состав модельной сети для тестирования удаленного управления роботами с возможностью дистанционного контроля выполнения поступающих роботу команд.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Информационные технологии

ТЕСТИРОВАНИЕ РОБОТОВ НА МОДЕЛЬНОЙ СЕТИ

Information technology.
The testing of the robotics on the model network

Срок действия — с 2025—04—30
до 2026—04—30

1 Область применения

В настоящем стандарте описаны архитектура и характеристики модельной сети нового поколения, предназначенной для исследований, обучения и тестирования в области дистанционного управления робототехникой по сети.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 60.0.0.4/ИСО 8373:2021 *Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения*

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 60.0.0.4, а также следующий термин с соответствующим определением:

3.1 узел постановки помех (jamming node): Узел модельной сети, обеспечивающий контролируемое ослабление передаваемого сигнала и/или внесение помех, а также потерю или дублирование передаваемых пакетов данных, внесение дополнительной сетевой задержки, джиттера и т. д.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ПМИ — программа и методика испытаний;

ПО — программное обеспечение;

УПП — узел постановки помех;

IPDV — вариация задержки IP-пакетов (*IP packet delay variation*);
IPER — коэффициент ошибочных IP-пакетов (*IP packet error ratio*);
IPLR — коэффициент потери IP-пакетов (*IP packet loss ratio*);
IPTD — задержка передачи IP-пакетов (*IP packet transfer delay*);
 QUIC — протокол для быстрой передачи данных поверх UDP (*quick UDP internet connections*);
 TCP — протокол управления передачей (*transmission control protocol*);
 UDP — протокол пользовательских датаграмм (*user datagram protocol*).

5 Структура модельной сети

На рисунке 1 показана структурная схема модельной сети тестирования дистанционного управления роботами (на примере робота-манипулятора).

Команды управления передаются с сервера по сети связи клиенту. Клиент обеспечивает подключение и непосредственное управление роботом-манипулятором. Оператор контролирует работу сервера и клиента, параметры работы сети связи, текущее состояние системы и выполнение поступающих команд роботом-манипулятором визуально или с помощью камеры.

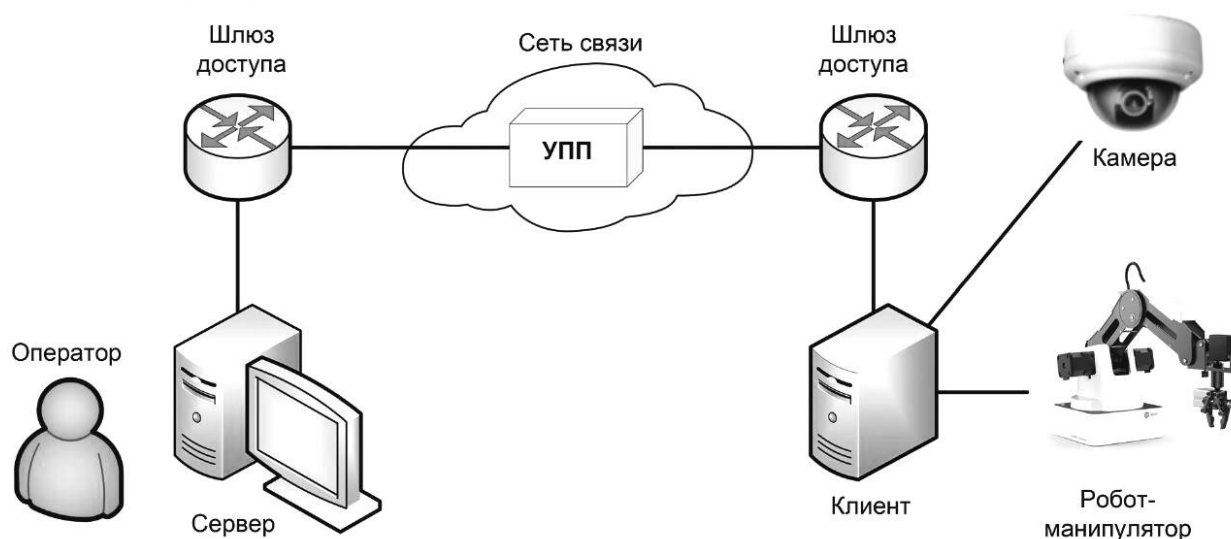


Рисунок 1 — Структурная схема модельной сети

В качестве дополнительного узла для внесения затухания в канал на физическом уровне, внесения потери или дублирования пакетов данных, внесения дополнительной сетевой задержки и джиттера и т. д. следует использовать УПП.

Кроме того, между сервером и клиентом с помощью специализированного программного обеспечения могут быть дополнительно созданы фоновые потоки сетевого трафика, имитирующего наиболее типичные для соответствующего типа сетей (например, VoIP, потоки данных и т. п.).

6 Исследуемые параметры

В ходе тестирования рекомендуется измерять параметры по [1], такие как:

- задержка передачи IP-пакетов (*IPTD*);
- вариации задержек IP-пакетов (*IPDV*);
- коэффициент ошибочных IP-пакетов (*IPER*);
- коэффициент потери IP-пакетов (*IPLR*).

При необходимости могут измеряться любые дополнительные параметры, предусмотренные ПМИ.

7 Описание процедуры тестирования

Для отправки команд управления между сервером и роботом могут быть использованы различные сетевые протоколы транспортного уровня, такие как UDP, TCP или QUIC. Выбор конкретного протокола зависит от условий работы и конкретной реализации ПО управления.

Описание процедуры тестирования (на примере протокола UDP) включает в себя:

- сервер генерирует датаграммы UDP, в которые инкапсулированы команды управления, после чего отправляет их клиенту;
- клиент, подключенный к роботу-манипулятору, принимает входящие дейтаграммы;
- каждая команда индексируется уникальным порядковым номером, что обеспечивает контроль отправленных и полученных команд.

При передаче команд роботу через сеть необходимо, чтобы он выполнял их с заданной скоростью, без задержек, в заданном порядке и без потерь, что контролируется оператором визуально и с помощью ПО.

8 Сценарии тестирования

Типовой сценарий тестирования (на примере протокола UDP) выглядит следующим образом:

- передаваемая команда инкапсулируется в качестве полезной нагрузки в UDP-датаграмму;
- команда составляется в формате JSON (например, dictCmd = {"number": 1, "X": 187.02, "Y": 10.32, "Z": 10}).

Каждая команда последовательно передается с интервалом 100 мс.

При одинаковых условиях тестирование проводят три раза, длительностью не менее 5 мин.

В результате каждого тестирования определяются значения исследуемых параметров.

Оператор непосредственно или с помощью камеры контролирует выполнение роботом-манипулятором команд. Результаты вносят в протокол проведения измерений.

Пример тестирования на основе DWDM-системы представлен в приложении I. Примеры проводимых тестов представлены в приложении ДА.

**Приложение ДА
(справочное)**

Примеры тестов

ДА.1 Тест передачи движения

Предварительные условия: Модельная сеть развернута и готова к тестированию. Затуханий, задержек, потерь и дубликации пакетов и т. д. в канал передачи данных не вносится.

Основной процесс: Оператор отправляет команду с сервера на клиента с подключенным роботом.

Ожидаемый результат: робот выполняет полученную команду.

ДА.2 Тест обратной связи

Предварительные условия: для дистанционного мониторинга выполнения команд в состав модельной сети включено дополнительное устройство с передачей видеоизображения (камера).

Основной процесс: оператор отправляет команду с сервера на клиента с подключенным роботом.

Результат: робот получает команду, после чего подтверждается ее получение. Далее робот выполняет полученную команду, после чего на сервер отправляется подтверждение выполнения. Результат выполнения команды контролируется оператором с помощью камеры.

ДА.3 Тест реакции на помехи

Предварительные условия: модельная сеть развернута и готова к тестированию. В поток передаваемых данных с помощью УПП вносится затухание сигнала, задержки, джиттер, потери и дубликация пакетов данных и т. д. согласно ПМИ.

Основной процесс: оператор отправляет команду управления с сервера на клиента с подключенным роботом.

Результат: робот выполняет полученную команду. Результат выполнения команды контролируется оператором непосредственно или с помощью камеры. Замеченные артефакты (отказы, ошибки, неточность движений и т. д.) в работе робота вносятся в протокол проведения тестирования.

**Приложение ДБ
(справочное)**

**Сопоставление структуры настоящего стандарта
со структурой примененного в нем проекта международного стандарта**

Таблица ДБ.1

Структура настоящего стандарта	Структура проекта международного стандарта ITU-T Q.TSN
1 Область применения	1 Область применения
2 Нормативные ссылки	2 Нормативные ссылки
3 Термины и определения	3 Термины и определения 3.1 Термины, определенные в других источниках 3.2 Термины, определенные в настоящем проекте стандарта
4 Сокращения	4 Сокращения
*	5 Соглашения
**	6 Обзор
5 Структура модельной сети (раздел 7)	7 Модельная сеть для научных исследований и образования в области робототехники с дистанционным управлением
6 Исследуемые параметры (раздел 9)	9 Параметры сети для тестирования
7 Описание процедуры тестирования (раздел 8)	8 Процедура тестирования и сценарии
8 Сценарии тестирования (раздел 8)	
Приложение I Пример тестирования на основе DWDM-системы	Приложение I Примеры использования
***	Приложение II Актуальность данной рекомендации и GAP-анализ
Приложение ДА Примеры тестов	Библиография
Приложение ДБ Сопоставление структуры настоящего стандарта со структурой примененного в нем проекта международного стандарта	
Библиография	
* Данный раздел исключен, т. к. его содержание в проекте международного стандарта ITU-T Q.TSN в настоящий момент не определено и находится в стадии разработки. ** Данный раздел исключен, т. к. содержание данного раздела в значительной мере отражено во введении. *** Данный раздел исключен, т. к. в нем проводится обзор связанных с проектом международного стандарта ITU-T Q.TSN стандартов, проектов стандартов и прочих документов. П р и м е ч а н и е — После заголовков разделов (подразделов) настоящего стандарта приведены в скобках номера аналогичных им разделов (подразделов) проекта международного стандарта.	

Библиография

- [1] ITU-T Y.1541 Network performance objectives for IP-based services

Ключевые слова: информационные технологии, передача данных, роботы, тестирование

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 29.04.2025. Подписано в печать 05.05.2025. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,15.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru