

# МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

# Y.4214

(02/2022)

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ  
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА  
ИНТЕРНЕТ, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ,  
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И УМНЫЕ ГОРОДА

Интернет вещей и умные города и сообщества –  
Требования и сценарии использования

---

**Требования к основанной на интернете  
вещей системе мониторинга состояния  
инженерной инфраструктуры**

Рекомендация МСЭ-Т Y.4214

## РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ,  
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И УМНЫЕ ГОРОДА

<b>ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА</b>	
Общие положения	Y.100–Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899
<b>АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ</b>	
Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200–Y.1299
Транспортирование	Y.1300–Y.1399
Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
Качество обслуживания и сетевые показатели качества	Y.1500–Y.1599
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
IPTV по СПП	Y.1900–Y.1999
<b>СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ</b>	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности услуг и архитектура услуг	Y.2200–Y.2249
Аспекты обслуживания: взаимодействие услуг и СПП	Y.2250–Y.2299
Расширение СПП	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Сети вычислительных мощностей	Y.2500–Y.2599
Пакетные сети	Y.2600–Y.2699
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899
Открытая среда операторского класса	Y.2900–Y.2999
<b>БУДУЩИЕ СЕТИ</b>	<b>Y.3000–Y.3499</b>
<b>ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ</b>	<b>Y.3500–Y.3599</b>
<b>БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ</b>	<b>Y.3600–Y.3799</b>
<b>СЕТИ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ</b>	<b>Y.3800–Y.3999</b>
<b>ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, УМНЫЕ ГОРОДА И СООБЩЕСТВА</b>	
Общие положения	Y.4000–Y.4049
Определения и терминология	Y.4050–Y.4099
<b>Требования и сценарии использования</b>	<b>Y.4100–Y.4249</b>
Инфраструктура, возможность установления соединений и сети	Y.4250–Y.4399
Структуры, архитектуры и протоколы	Y.4400–Y.4549
Услуги, приложения, вычисления и обработка данных	Y.4550–Y.4699
Управление, контроль и рабочие характеристики	Y.4700–Y.4799
Идентификация и безопасность	Y.4800–Y.4899
Анализ и оценка	Y.4900–Y.4999

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

## Рекомендация МСЭ-Т Y.4214

### Требования к основанной на интернете вещей системе мониторинга состояния инженерной инфраструктуры

#### Резюме

Мониторинг безопасности и целостности инженерной инфраструктуры с использованием объективных данных, собранных от самой инфраструктуры благодаря возможностям интернета вещей (IoT), является эффективным средством дополнения работы по проверке и диагностике для заблаговременного и продуктивного проведения работ по техническому обслуживанию инженерной инфраструктуры. В настоящей Рекомендации система на базе IoT, которая служит для этих целей, названа системой мониторинга состояния инженерной инфраструктуры.

В Рекомендации МСЭ-Т Y.4214 определены конкретные требования к основанной на интернете вещей системе мониторинга состояния инженерной инфраструктуры для целей технического обслуживания инженерной инфраструктуры.

#### Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т Y.4214	03.02.2022 г.	20-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/14824">11.1002/1000/14824</a>

#### Ключевые слова

Инженерная инфраструктура, мониторинг состояния инфраструктуры, интернет вещей, IoT.

---

\* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL-адрес <http://handle.itu.int/>, после которого укажите уникальный идентификатор Рекомендации.  
Пример: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним в целях стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

## ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" (shall) или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" (must), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

## ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами/авторскими правами на программное обеспечение, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к соответствующим базам данных МСЭ-Т, имеющимся на веб-сайте МСЭ-Т по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2022

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения .....	1
2 Справочные документы .....	1
3 Определения .....	2
3.1 Термины, определенные в других документах .....	2
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации .....	2
4 Сокращения и акронимы .....	2
5 Соглашения .....	2
6 Обзор основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры .....	3
6.1 Необходимость мониторинга состояния основанной на интернете вещей инженерной инфраструктуры .....	3
6.2 Эталонная модель основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры и связанные с ней площадки .....	3
7 Требования к основанной на интернете вещей системе мониторинга состояния инженерной инфраструктуры .....	7
7.1 Требования общего характера .....	7
7.2 Требования к датчиковому устройству .....	8
7.3 Требования к шлюзовому устройству .....	8
7.4 Требования к платформе мониторинга .....	8
7.5 Требования к сетям .....	9
Дополнение I – Сценарии использования мониторинга состояния основанной на интернете вещей инженерной инфраструктуры .....	10
Библиография .....	15



## Рекомендация МСЭ-Т Y.4214

### Требования к основанной на интернете вещей системе мониторинга состояния инженерной инфраструктуры

#### 1 Сфера применения

Термин "гражданская инфраструктура" используется для обозначения искусственно созданной структуры, предназначенной для поддержки деятельности человека в городах и других сообществах. Термин "инженерная инфраструктура", используемый в настоящей Рекомендации, конкретно относится к крупномасштабным сооружениям, таким как дороги, мосты и туннели.

Основой технического обслуживания инженерной инфраструктуры являются периодические визуальные проверки и диагностика, проводимые специалистами для поддержания безопасности и целостности инфраструктуры. Эти специалисты должны обладать большим опытом и высоким уровнем технических знаний и навыков, поскольку для проведения технического обслуживания требуются кадровые ресурсы с соответствующим образованием и квалификацией. Использование объективных данных, собранных на объектах инженерной инфраструктуры с помощью возможностей интернета вещей (IoT), позволяет усовершенствовать и более эффективно проводить техническое обслуживание, при этом улучшая и рационализируя работу по проведению проверок и диагностики с участием человека. В настоящей Рекомендации основанная на интернете вещей система, предназначенная для этих целей, названа системой мониторинга состояния инженерной инфраструктуры.

В настоящей Рекомендации основанные на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры рассматриваются в двух аспектах:

- эталонная модель основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры;
- специфические требования к основанным на интернете вещей системам мониторинга состояния инженерной инфраструктуры.

#### 2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие справочные документы содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других справочных документов, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- [ITU-T Y.4000] Рекомендация МСЭ-Т Y.4000/Y.2060 (2012 г.), *Обзор интернета вещей*
- [ITU-T Y.4100] Рекомендация МСЭ-Т Y.4100/Y.2066 (2014 г.), *Общие требования к интернету вещей*
- [ITU-T Y.4113] Recommendation ITU-T Y.4113 (2016), *Requirements of the network for the Internet of things*

## 3 Определения

### 3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других документах.

**3.1.1 Интернет вещей (Internet of things (IoT))** [ITU-T Y.4000]: Глобальная инфраструктура для информационного общества, которая обеспечивает возможность предоставления более сложных услуг путем соединения друг с другом (физических и виртуальных) вещей на основе существующих и развивающихся функционально совместимых информационно-коммуникационных технологий.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Благодаря использованию возможностей идентификации, сбора, обработки и передачи данных интернет вещей обеспечивает наиболее эффективное использование вещей для предоставления услуг для всех типов приложений при одновременном гарантировании выполнения требований безопасности и конфиденциальности.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В широком смысле интернет вещей можно рассматривать как концепцию, имеющую технологические и социальные последствия.

**3.1.2 локальная сеть IoT (IoT area network)** [ITU-T Y.4113]: Сеть, состоящая из устройств IoT и шлюзов, связанных между собой локальными соединениями.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Настоящее определение основано на Рекомендации "Обзор интернета вещей" [ITU-T Y.4000], пункт 6.2 которой гласит: "Устройства могут обмениваться данными с другими устройствами, используя прямую связь через локальную сеть (то есть сеть, обеспечивающую локальное соединение между устройствами и между устройствами и шлюзом, такую как специальная сеть)".

### 3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

Отсутствуют.

## 4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы.

3D	Three Dimensions	Трехмерный
IAN	IoT Area Network	Локальная сеть IoT
IoT	Internet of Things	Интернет вещей
SC&C	Smart Cities and Communities	Умные города и сообщества
WAN	Wide Area Network	Территориальная распределительная сеть

## 5 Соглашения

В настоящей Рекомендации:

ключевые слова "требуется, чтобы" означают требование, которому необходимо неукоснительно следовать и отклонение от которого не допускается, если будет сделано заявление о соответствии настоящему документу;

ключевое слово "рекомендуется" означает требование, которое рекомендуется, но не является абсолютно необходимым, таким образом для заявления о соответствии это требование не является обязательным;

ключевые слова "может факультативно" означают необязательное требование, которое допустимо, но не имеет рекомендательного значения. Данный термин не подразумевает, что вариант реализации поставщика должен обеспечивать выполнение этой функции и функция может быть активирована по желанию оператора сети/поставщика услуг дополнительно. Это означает лишь, что поставщик может факультативно предоставить эту функцию и по-прежнему заявлять о соответствии настоящей спецификации.



## **6 Обзор основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры**

### **6.1 Необходимость мониторинга состояния основанной на интернете вещей инженерной инфраструктуры**

Основой технического обслуживания инженерной инфраструктуры являются периодические визуальные проверки и диагностика, проводимые специалистами. Если в ходе проверки выявляется ухудшение состояния или повреждение инфраструктуры, проводится соответствующая диагностика и принимаются меры, направленные на поддержание инфраструктуры в надлежащем состоянии и минимизации затрат на ее техническое обслуживание. Это требует большого опыта и высокого уровня технических знаний и навыков, а также выделения и подготовки необходимых кадров.

Мониторинг состояния инженерной инфраструктуры – это мероприятия по определению технического состояния объектов инфраструктуры путем проведения измерений, сбора данных и их сравнения с целью выявить ухудшение состояния и определить скорость, с которой происходит это ухудшение с течением времени. Мониторинг состояния основанной на интернете вещей инженерной инфраструктуры представляет собой эффективный способ получения информации, необходимой для проверки и диагностики объектов инфраструктуры. Предполагается, что упрощение работ по техническому обслуживанию инфраструктуры и управлению ею станет эффективным дополнением работ по проверке и диагностике.

### **6.2 Эталонная модель основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры и связанные с ней площадки**

Основанная на интернете вещей система мониторинга состояния инженерной инфраструктуры (далее по тексту "система") обеспечивает сбор, накопление и обработку объективных данных инженерной инфраструктуры, состояние которой подлежит проверке, и передачу этих данных в приложения, поддерживающие ее техническое обслуживание и эксплуатацию. Рассматриваемая система имеет два отличия от других систем на базе IoT.

Первое состоит в том, что данные измерений, полученные с датчика, бессмысленны без привязки к информации о сооружении, мониторинг которого проводится. Второе отличие заключается в том, что объекты инженерной инфраструктуры эксплуатируются в течение очень длительного срока, обычно до нескольких десятилетий. В течение этого длительного периода эксплуатации система должна непрерывно накапливать данные.

На рисунке 1 показаны эталонная модель основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры и связанные с ней площадки.



**Рисунок 1 – Эталонная модель основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры и связанных с ней площадок**

### 6.2.1 Эталонная модель

Эталонная модель основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры состоит из пяти компонентов: датчиковое устройство, шлюзовое устройство, платформа мониторинга и сети, соединяющие эти компоненты, то есть локальная сеть IoT (IAN) и территориальная распределительная сеть (WAN). На рисунке 1 модель эталонной системы обведена пунктирной линией. Инженерная инфраструктура (ее объекты) и приложения находятся за рамками системы.

- Инженерная инфраструктура – крупномасштабные сооружения (дороги, мосты и туннели), которые подлежат мониторингу состояния.
- Датчиковое устройство – устройство, измеряющее показатели состояния (в том числе исходные данные, которые могут быть преобразованы в показатели). Датчиковое устройство включает не только датчик, но также вспомогательные устройства связи, временного хранения данных, обработки данных и определения местоположения (например, физическую метку или отметку лазерного излучателя для определения абсолютного местоположения по относительному местоположению по данным изображения).
- Шлюзовое устройство – устройство связи, которое собирает данные измерений с одного или нескольких датчиковых устройств и передает эти данные на платформу мониторинга. Шлюзовое устройство не всегда устанавливается стационарно на площадке зондирования. В некоторых случаях шлюзовое устройство устанавливается на транспортном средстве, которое патрулирует площадку зондирования, в других случаях осуществляющее проверку лицо изымает датчиковое устройство из системы и вручную переносит временно хранящиеся в нем данные.

- Платформа мониторинга – серверы, которые накапливают данные измерений с площадки зондирования, обеспечивают поиск и отображение накопленных данных, выполняют простые операции по обнаружению сигналов тревоги (например, превышение пороговых значений показателей) и преобразуют полученные данные в вид, пригодный для анализа в приложениях.
- Приложения – серверы, обеспечивающие сравнение и анализ данных, собранных в хронологическом порядке на площадке зондирования, по имеющимся эталонным данным (например, собранным на других площадках зондирования в сходных условиях) в целях прогнозирования ухудшения состояния и/или оценки того или иного метода ремонта.  
ПРИМЕЧАНИЕ. – Для этих целей может применяться технология цифровых двойников.
- IAN – сеть, состоящая из шлюзового устройства и множества датчиковых устройств. Рассмотрение конкретной технологии, используемой для передачи данных в локальной сети IoT, не входит в сферу применения настоящей Рекомендации.
- WAN – сеть для передачи данных измерений с площадки зондирования на площадку мониторинга. Рассмотрение конкретной технологии, используемой для передачи данных в территориальной распределительной сети, не входит в сферу применения настоящей Рекомендации.

Приведенная выше эталонная модель соответствует базовой модели IoT, описанной в [ITU-T Y.4113]. Датчиковое устройство, шлюзовое устройство, платформа мониторинга, приложения и WAN в настоящей Рекомендации могут быть сопоставлены с устройством, шлюзом, платформой IoT, сервером приложений IoT и сочетанием базовой сети и сети доступа в [ITU-T Y.4113].

### 6.2.2 Площадки, связанные с эталонной моделью

Центры оперативной ответственности за ту или иную часть системы называются площадками. Их можно разделить на следующие три типа – площадка зондирования, площадка мониторинга и площадка хранения и утилизации.

- Площадка зондирования обеспечивает управление одним или несколькими объектами инженерной инфраструктуры и осуществляет измерение объективных показателей в рамках мониторинга состояния инфраструктуры с помощью датчиковых устройств. С площадки зондирования данные измерений передаются по мере необходимости на соответствующую площадку мониторинга. В ведении одной площадки зондирования может находиться один или несколько объектов инженерной инфраструктуры. На рисунке 2 показана взаимосвязь агрегирования между площадкой зондирования и инженерной инфраструктурой.



**Рисунок 2 – Взаимосвязь агрегирования между площадкой зондирования и инженерной инфраструктурой**

- Площадка мониторинга обеспечивает управление одной или несколькими площадками зондирования и техническое обслуживание объектов инфраструктуры, подлежащих мониторингу. С одной площадки мониторинга может осуществляться наблюдение за одной или несколькими площадками зондирования. На рисунке 3 показана взаимосвязь агрегирования между площадкой мониторинга и площадкой зондирования.



**Рисунок 3 – Взаимосвязь агрегирования между площадкой мониторинга и площадкой зондирования**

- Площадка хранения и утилизации предоставляет данные приложениям и обеспечивает долгосрочное хранение данных в соответствии с необходимостью. На площадке хранения и утилизации может осуществляться сбор данных с одной или нескольких площадок мониторинга, которые находятся под ее контролем. Площадка мониторинга не обязательно должна быть связана с какой-либо площадкой хранения и утилизации (например, если пользователям хватает функциональных возможностей, реализованных на площадке мониторинга) или же может быть связана с одной или несколькими площадками хранения и утилизации. На рисунке 4 показана взаимосвязь агрегирования между площадкой хранения и утилизации и площадками мониторинга.



**Рисунок 4 – Взаимосвязь агрегирования между площадкой хранения и утилизации и площадками мониторинга**

## **7 Требования к основанной на интернете вещей системе мониторинга состояния инженерной инфраструктуры**

Высокоуровневые требования к IoT изложены в [ITU-T Y.4000]. Общие требования к IoT приведены в [ITU-T Y.4100]. Требования к сети IoT определены в [ITU-T Y.4113].

В настоящей Рекомендации приводятся требования, характерные для основанной на интернете вещей системы мониторинга состояния инженерной инфраструктуры.

### **7.1 Требования общего характера**

#### **7.1.1 Длительный срок эксплуатации**

- Рекомендуется проектировать систему в расчете на длительный срок эксплуатации.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Срок эксплуатации объектов инженерной инфраструктуры, таких как дороги, мосты и туннели, может превышать 50 лет, поэтому рекомендуется, чтобы срок службы системы мониторинга также был значительно дольше, чем у систем IoT общего характера.

- Рекомендуется, чтобы семантика данных не зависела от конкретной технологии, платформенной архитектуры, производителя и т. д.
- В случае замены или смены моделей датчиковых устройств на протяжении срока их эксплуатации требуется поддерживать непрерывность данных.

#### **7.1.2 Данные измерений**

- Система должна иметь функции, необходимые для сбора и хранения данных мониторинга состояния инфраструктуры, таких как линейный размер, частота, угол наклона, яркость, интенсивность инфракрасного излучения, интенсивность ионизирующего излучения, изображения, голосовые данные, данные о погодных условиях и т. п.
- Система должна обеспечивать сбор и хранение не только исходных данных, собранных датчиковым устройством, но также обработанных данных, вычисленных или преобразованных из исходных данных датчиковым устройством, шлюзовым устройством или на платформе мониторинга.
- Данные измерений, предназначенные для одних и тех же целей, необходимо обрабатывать одинаковым способом, даже если методы измерения различаются. Существуют различные методы регистрации данных измерений, используемых для мониторинга состояния, но каким бы методом ни были получены данные, они должны обрабатываться одинаково или приводиться к единому эквиваленту. Например, смещение может измеряться непосредственно измерителем смещений или косвенно с помощью лазера, изображения, акселерометра и т. д., но все это оборудование должно вырабатывать один и тот же тип данных с использованием одних и тех же единиц измерения и с одинаковой точностью.
- Данные измерений необходимо обрабатывать одинаковым способом, даже если технология передачи данных или платформы мониторинга различны. Данные должны обрабатываться одинаковым способом независимо от того, передает ли датчиковое устройство данные с площадки зондирования на платформу мониторинга по сети или же эти данные переносятся вручную на соответствующем носителе.
- Система должна связывать между собой наборы данных, относящиеся к одному и тому же событию, даже если целевая совокупность данных состоит из элементов данных, полученных с множества устройств. Например, если при установке датчикового устройства используется вспомогательное устройство для указания относительного местоположения, информация о взаимосвязи между устройством и местоположением должна быть сохранена.

#### **7.1.3 Информационная модель**

- Рекомендуется соблюдать установленные требования к информационной модели, используемой для обработки и хранения данных, чтобы обеспечить непрерывность данных и возможность их передачи в приложения или другие системы.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Настоящая Рекомендация не устанавливает используемую информационную модель. Форматы данных и протоколы связи определяются в рамках реализации конкретной системы.

#### **7.1.4 Местоположение и установка**

- Система должна регистрировать сведения об установке датчикового устройства, такие как местоположение, направление и метод установки.
- Система должна регистрировать взаимосвязь между датчиковым устройством и соответствующим объектом инженерной инфраструктуры.
- Рекомендуется, чтобы система регистрировала взаимосвязь между датчиковым устройством и соответствующим объектом инженерной инфраструктуры, используя представление 3D-модели, созданной при строительстве инженерной инфраструктуры.

#### **7.2 Требования к датчиковому устройству**

- Датчиковое устройство должно регистрировать данные измерений, используемые для мониторинга состояния инфраструктуры. Например, данные мониторинга инфраструктуры обычно подразделяются на следующие типы:
  - механические величины – линейный размер, частота, угол наклона и т. д.;
  - электромагнитные величины – яркость, изображение, интенсивность инфракрасного излучения, интенсивность ионизирующего излучения и т. д.;
  - электрические величины – сила тока, напряжение и т. д.;
  - мультимедийные данные – речь, изображение, видео и т. д.
- В датчиковом устройстве могут быть факультативно предусмотрены функциональные возможности для связи, временного хранения, обработки и первичного анализа данных, например преобразования исходных данных с датчика.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Перечисленные функциональные возможности датчикового устройства могут быть реализованы в одном или нескольких физических устройствах.

#### **7.3 Требования к шлюзовому устройству**

- Шлюзовое устройство должно обеспечивать агрегирование данных, зарегистрированных датчиковым устройством на площадке зондирования, через IAN и передавать эти данные на платформу мониторинга через WAN.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Шлюзовое устройство можно не использовать, если датчиковое устройство осуществляет связь непосредственно через WAN или если сбор данных, временно хранящихся в датчиковом устройстве, ведется вручную.

- Шлюзовое устройство должно получать инструкции от платформы мониторинга и осуществлять управление IAN и датчиковыми устройствами.
- Шлюзовое устройство может факультативно иметь функции мобильности.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Как правило, шлюзовое устройство устанавливается стационарно на площадке зондирования. В некоторых сценариях, однако, оно может перемещаться, например если оно установлено на транспортном средстве, патрулирующем площадки зондирования.

- Шлюзовое устройство может факультативно иметь функции временного хранения, обработки и первичного анализа данных, например преобразования исходных данных с датчика.

#### **7.4 Требования к платформе мониторинга**

- Платформа мониторинга должна иметь функцию хранения данных в указанном формате.
- Платформа мониторинга должна иметь функцию поиска данных по любому ключу.
- Платформа мониторинга может факультативно иметь функции отображения данных на дисплее или вывода их на печать в формате, читаемом человеком, например в виде графиков или таблиц.
- Платформа мониторинга должна осуществлять управление датчиковым устройством, шлюзовым устройством и IAN на площадке зондирования, а также передавать инструкции на шлюзовое устройство и/или уведомления администратору по необходимости.

- Платформа мониторинга может факультативно иметь функции обнаружения простых сигналов тревоги (например, превышение пороговых значений показателей) и уведомления администратора.
- Платформа мониторинга может факультативно иметь функции преобразования данных, собранных на площадке зондирования, в конкретный формат, пригодный для анализа в приложении.

#### **7.5 Требования к сетям**

- IAN и WAN должны обеспечить функции, необходимые для системы, и работать надежно.  
ПРИМЕЧАНИЕ. – IAN и WAN могут представлять собой частные сети, сети общего пользования или же сочетание того и другого.

## Дополнение I

### Сценарии использования мониторинга состояния основанной на интернете вещей инженерной инфраструктуры

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В пункте 8.9 [b-ITU-T Y-Sup56] в качестве сценариев использования, относящихся к умным городам и сообществам (SC&C), приводятся следующие четыре примера мониторинга состояния инженерной инфраструктуры:

- 1) мониторинг трещин по данным фотосъемки;
- 2) мониторинг трещин с помощью измерителя смещений;
- 3) мониторинг трещин или напряжений с помощью оптических волокон;
- 4) мониторинг деформаций с помощью акселерометров.

В настоящем Дополнении даются примеры конфигураций системы на основе эталонной модели из настоящей Рекомендации, примененной к перечисленным сценариям использования.

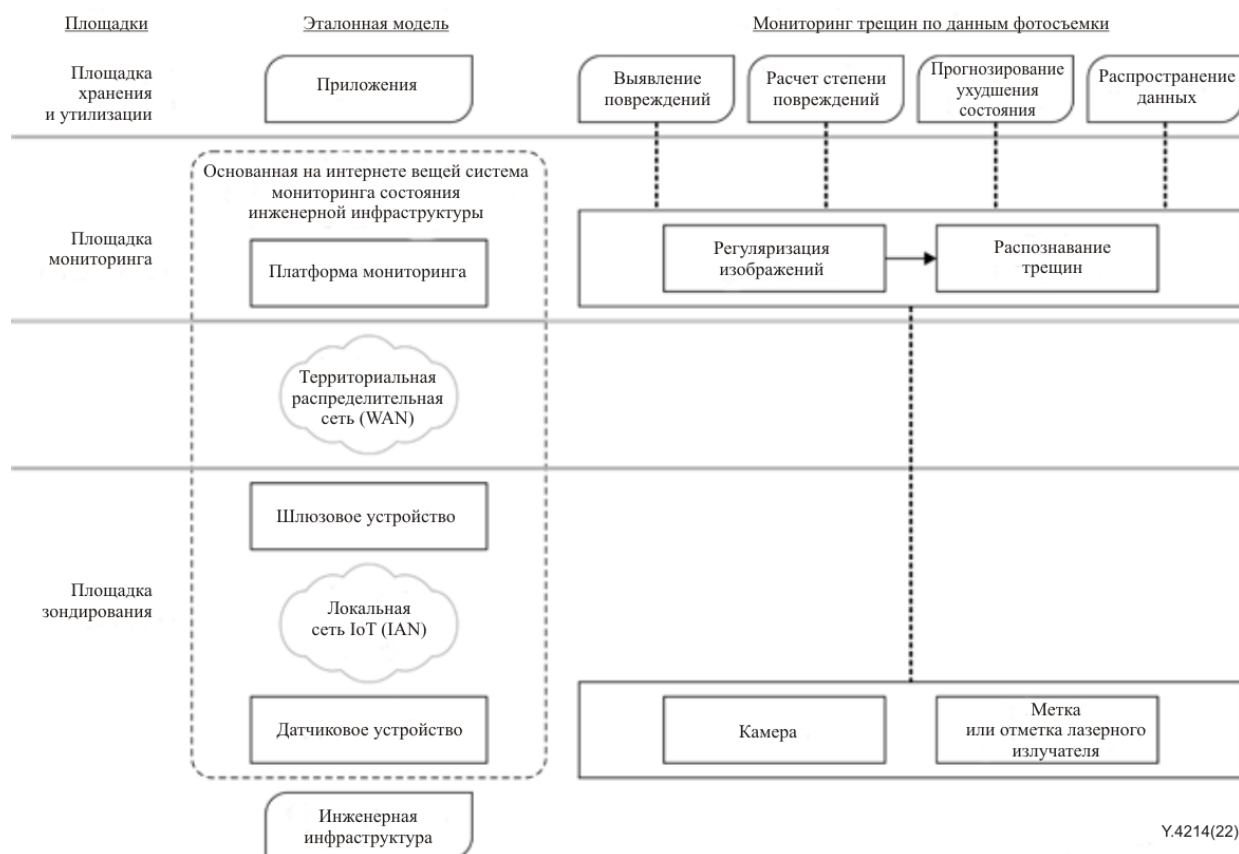
- 1) Мониторинг трещин по данным фотосъемки

При мониторинге трещин по данным фотосъемки с помощью камеры, установленной на земле под мостом, производится фотосъемка нижней поверхности плиты проезжей части и регистрируется состояние трещин на ней. Система позволяет отслеживать распространение трещин и оценивать масштабы повреждений, сравнивая снимки, полученные через определенные интервалы времени.

- В качестве датчикового устройства используется цифровая камера, установленная на земле под мостом и делающая снимки нижней поверхности плиты проезжей части.
- Поскольку размеры трещины очень малы по сравнению с размерами объекта инженерной инфраструктуры, делаются десятки или сотни снимков одного объекта.
- На каждом снимке имеются искажения, и для количественного мониторинга все снимки необходимо преобразовать в ортографическую проекцию. Опорные точки для этого преобразования предоставляются вспомогательными устройствами, такими как физические метки, характерные точки конструкции и отметки лазерных излучателей. Эти вспомогательные устройства рассматриваются как датчиковые устройства.
- Платформа мониторинга преобразует каждый снимок в ортографическую проекцию, как описано выше, и объединяет эти частично совпадающие изображения в одно изображение.
- Платформа мониторинга определяет форму и ширину трещины по объединенному изображению нижней поверхности плиты проезжей части, после чего сохраняет эти данные.
- Приложение может использовать и анализировать информацию о трещине, сохраненную на платформе мониторинга, для выявления повреждений, расчета степени повреждений, прогнозирования их распространения и передачи данных в другие системы.

На рисунке I.1 показан мониторинг трещин по данным фотосъемки.





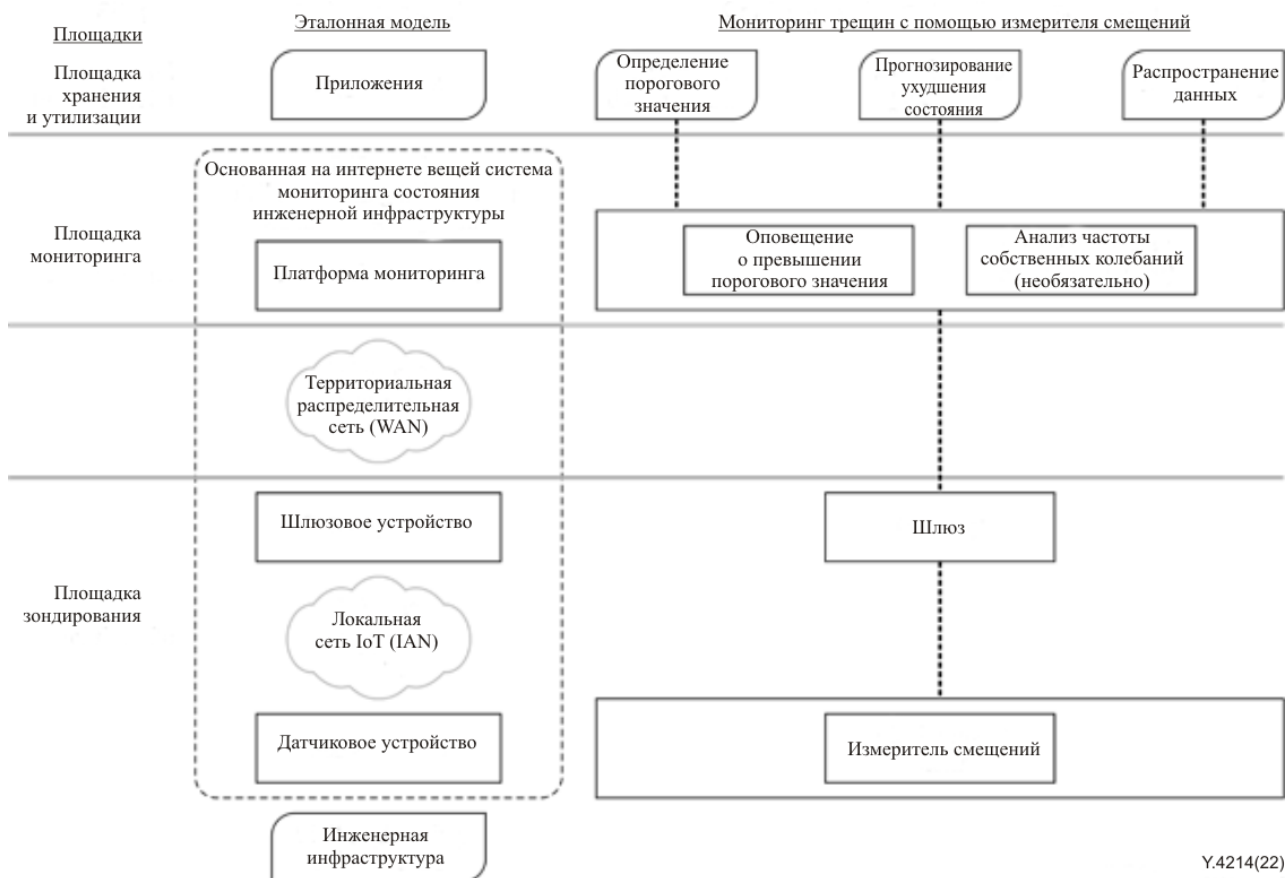
**Рисунок I.1 – Мониторинг трещин по данным фотосъемки**

## 2) Мониторинг трещин с помощью измерителя смещений

В этом случае с помощью измерителя смещений измеряется смещение между плитой, в которой обнаружено повреждение, и неподвижной балкой под мостом. При таком мониторинге отслеживается состояние повреждения плиты с контролем по пороговому значению для предотвращения аварий.

- В качестве датчикового устройства для измерения смещения между плитой и неподвижной балкой используется измеритель смещений.
- На платформе мониторинга могут храниться данные временных последовательностей, образованных результатами измерения смещения, с возможностью оповещения о тревожной ситуации, когда величина смещения превысит определенное пороговое значение. Для выявления изменений в характеристиках конструкции платформа мониторинга может осуществлять анализ частоты собственных колебаний по данным измерений смещения.
- Приложение может использовать и анализировать информацию о трещине, сохраненную на платформе мониторинга, для прогнозирования распространения повреждений, определения пороговых значений и передачи данных в другие системы.

На рисунке I.2 показан мониторинг трещин с помощью измерителя смещений.



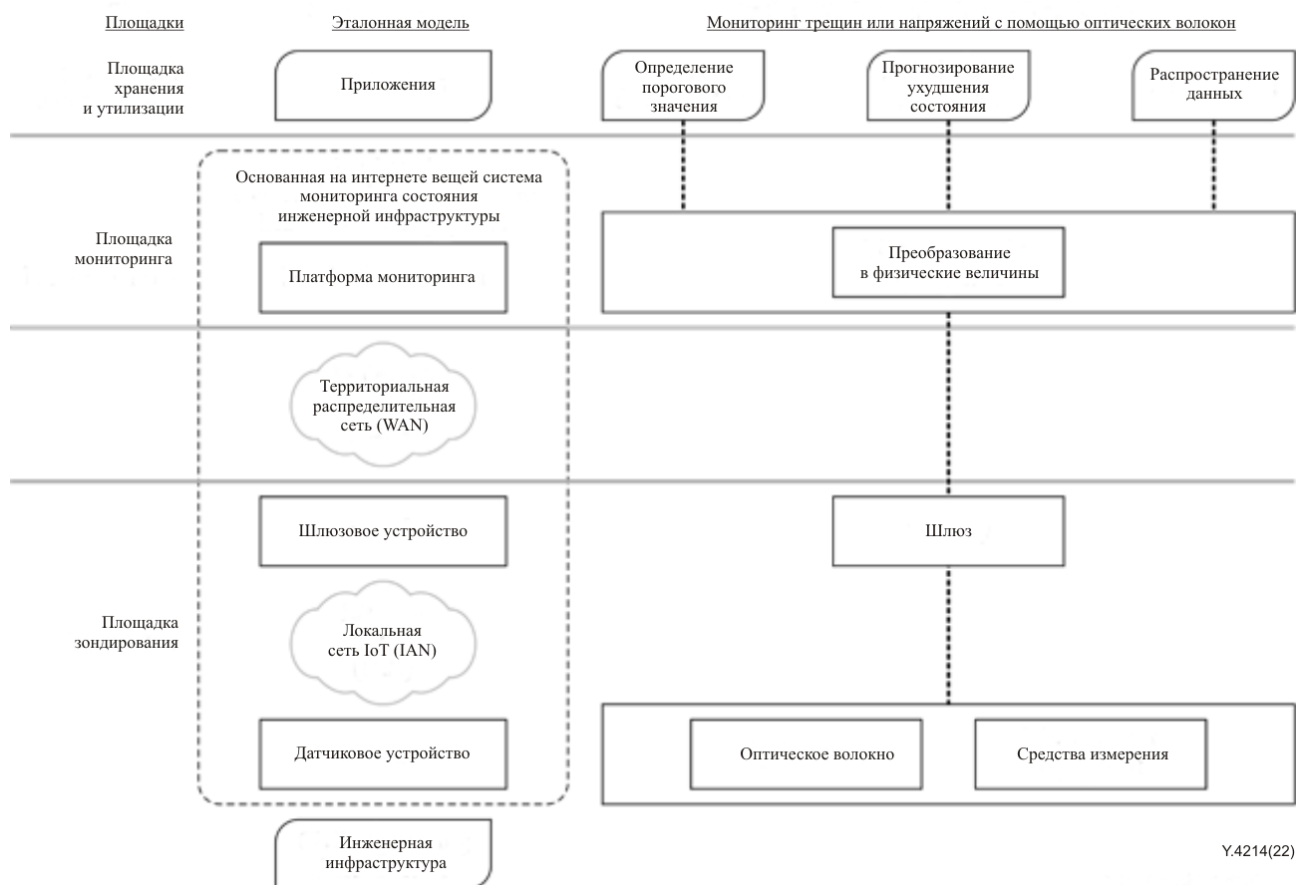
**Рисунок I.2 – Мониторинг трещин с помощью измерителя смещений**

3) Мониторинг трещин или напряжений с помощью оптических волокон

Этот метод позволяет регистрировать ухудшение состояния по изменению количества света, проходящего через оптические волокна, которыми выложена нижняя поверхность плиты.

- Датчиковое устройство представляет собой оптическое измерительное устройство, которое передает световые импульсы по оптическому волокну через равные промежутки времени и измеряет время прихода диффузно отраженного света.
- Платформа мониторинга преобразует результаты измерения в физические величины (смещение, механическое напряжение и т. д.) и сохраняет данные.
- Приложение может использовать и анализировать данные, сохраненные на платформе мониторинга, для прогнозирования распространения повреждений, определения пороговых значений и передачи данных в другие системы.

На рисунке I.3 показан мониторинг трещин или напряжений с помощью оптических волокон.



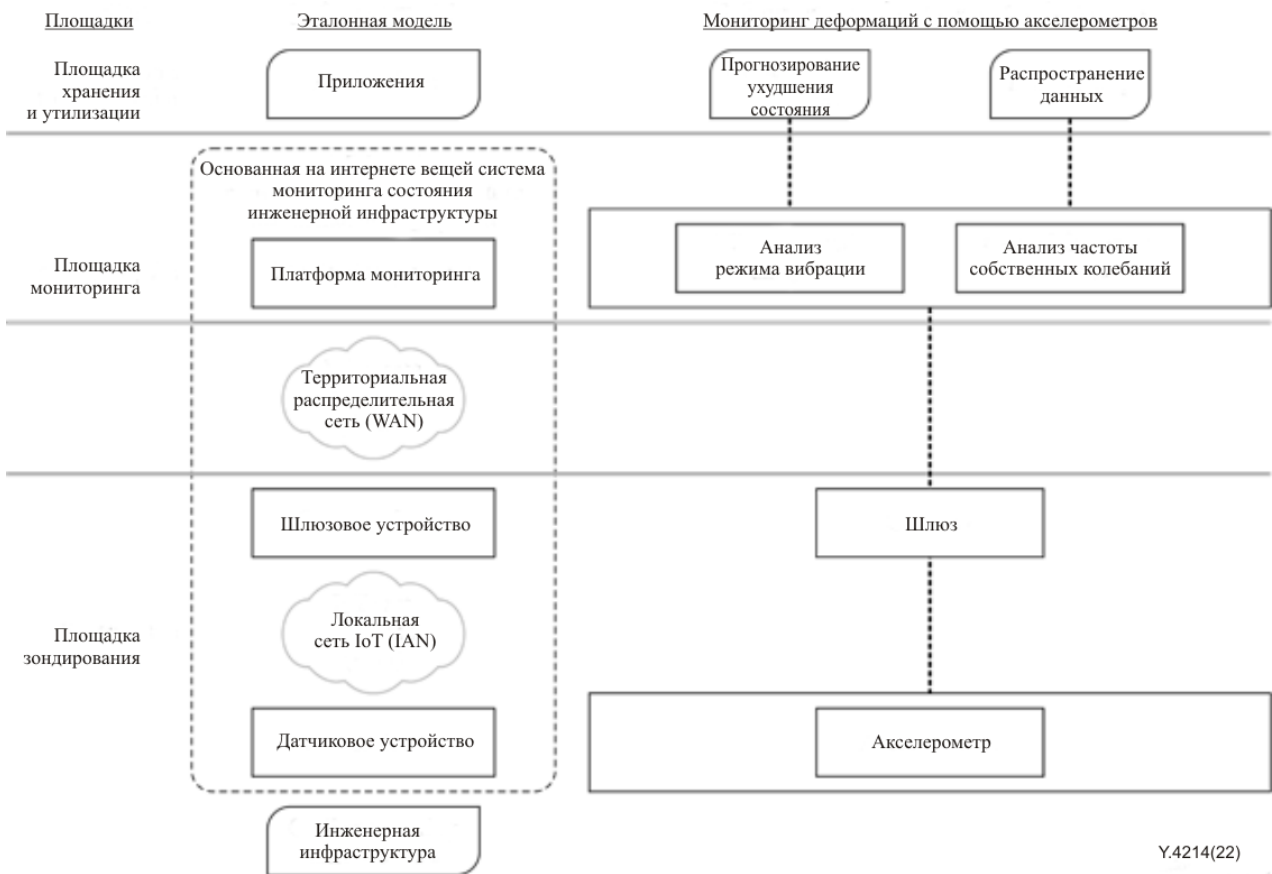
**Рисунок I.3 – Мониторинг трещин или напряжений с помощью оптических волокон**

#### 4) Мониторинг деформаций с помощью акселерометров

Этот метод позволяет отслеживать изменение характеристик конструкции по частоте собственных колебаний или режиму вибрации конструкции, измеренному с помощью установленных в ней акселерометров.

- В качестве датчикового устройства используется один или несколько акселерометров.
- Платформа мониторинга анализирует измеренные значения ускорения, полученные с акселерометров, и по этим данным выполняет анализ частоты собственных колебаний или режима вибрации.
- Приложение может использовать и анализировать данные, сохраненные на платформе мониторинга, для прогнозирования распространения повреждений и передачи данных в другие системы.

На рисунке I.4 показан мониторинг деформаций с помощью акселерометров.



У.4214(22)

**Рисунок I.4 – Мониторинг деформаций с помощью акселерометров**

## Библиография

- [b-ITU-T Y.4213] Recommendation ITU-T Y.4213 (2021), *Internet of things requirements and capability framework for monitoring physical city assets*.
- [b-ITU-T Y-Sup56] Supplement 56 (2019) to ITU-T Y-series Recommendations, *Supplement on use cases of smart cities and communities*.





## СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Принципы тарификации и учета и экономические и стратегические вопросы международной электросвязи/ИКТ
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
<b>Серия Y</b>	<b>Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города</b>
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи