

Международный союз электросвязи

# МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

# F.747.2

(06/2012)

СЕРИЯ F: НЕТЕЛЕФОННЫЕ СЛУЖБЫ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

Аудиовизуальные службы

---

**Руководящие указания по развертыванию  
приложений и услуг повсеместно  
распространенных сенсорных сетей с целью  
смягчения последствий изменения климата**

Рекомендация МСЭ-Т F.747.2

ITU-T

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ F  
НЕТЕЛЕФОННЫЕ СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

<b>ТЕЛЕГРАФНАЯ СЛУЖБА</b>	
Эксплуатационные методы для международной службы передачи телеграмм общего пользования	F.1–F.19
Сеть гентекс	F.20–F.29
Коммутация сообщений	F.30–F.39
Международная служба обмена сообщениями	F.40–F.58
Международная служба телекс	F.59–F.89
Статистика и публикации по международным телеграфным службам	F.90–F.99
Службы связи с работой по расписанию и с арендованными каналами	F.100–F.104
Фототелеграфная служба	F.105–F.109
<b>ПОДВИЖНАЯ СЛУЖБА</b>	
Подвижные службы и многоадресные спутниковые службы	F.110–F.159
<b>ТЕЛЕМАТИЧЕСКИЕ СЛУЖБЫ</b>	
Факсимильная служба общего пользования	F.160–F.199
Служба телетекс	F.200–F.299
Служба видеотекс	F.300–F.349
Общие положения для телематических служб	F.350–F.399
<b>СЛУЖБЫ ОБРАБОТКИ СООБЩЕНИЙ</b>	F.400–F.499
<b>СПРАВОЧНЫЕ СЛУЖБЫ</b>	F.500–F.549
<b>ДОКУМЕНТАЛЬНАЯ СВЯЗЬ</b>	
Документальная связь	F.550–F.579
Программируемые интерфейсы связи	F.580–F.599
<b>СЛУЖБЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ</b>	F.600–F.699
<b>АУДИОВИЗУАЛЬНЫЕ СЛУЖБЫ</b>	<b>F.700–F.799</b>
<b>СЛУЖБЫ ЦСИС</b>	F.800–F.849
<b>УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЕРСОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ</b>	F.850–F.899
<b>ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ</b>	F.900–F.999

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

## Рекомендация МСЭ-Т F.742

### Руководящие указания по развертыванию приложений и услуг повсеместно распространенных сенсорных сетей с целью смягчения последствий изменения климата

#### Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т F.747.2 представлены руководящие указания по развертыванию приложений и услуг повсеместно распространенных сенсорных сетей с целью смягчения последствий изменения климата.

#### Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия
1.0	МСЭ-Т F.747.2	29.06.2012 г.	16-я

#### Ключевые слова

Изменение климата, парниковые газы (GHG), повсеместно распространенные сенсорные сети (ПРСС).

## 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 с целью 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, 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 патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2017

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 .....	1
3.1 Термины, определенные в других документах .....	1
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации .....	2
4 Сокращения и акронимы .....	2
5 Условные обозначения .....	2
6 Обзор мониторинга изменения климата .....	3
6.1 Глобальная сеть мониторинга парниковых газов .....	3
6.2 Локальная сеть мониторинга GHG .....	3
7 Анализ воздействия на окружающую среду с помощью приложений и услуг ПРСС ....	4
7.1 Развертывание элементов ПРСС .....	4
7.2 Положительное воздействие на окружающую среду .....	4
7.3 Отрицательное воздействие на окружающую среду .....	7
8 Требования к развертыванию приложений и услуг ПРСС для смягчения последствий изменения климата .....	7
8.1 Экологически безопасные ресурсы .....	7
8.2 Энергоэффективность .....	8
8.3 Эксплуатационные условия датчиков GHG .....	10
Библиография .....	11



### Руководящие указания по развертыванию приложений и услуг повсеместно распространенных сенсорных сетей с целью смягчения последствий изменения климата

#### 1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлены руководящие указания по развертыванию приложений и услуг повсеместно распространенных сенсорных сетей (ПРСС) с целью смягчения последствий изменения климата. Сферу применения настоящей Рекомендации составляют:

- обзор мониторинга изменения климата;
- анализ воздействия на окружающую среду приложений и услуг ПРСС; и
- требования к развертыванию приложений и услуг ПРСС с целью смягчения последствий изменения климата.

Мониторинг изменения климата охватывает мониторинг состояния выбросов парниковых газов (GHG), а также мониторинг изменения климата путем отслеживания временных изменений выбросов GHG.

#### 2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие справочные документы содержат положения, которые путем ссылки 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.2221] Recommendation ITU-T Y.2221 (2010), *Requirements for support of ubiquitous sensor network (USN) applications and services in the NGN environment.*

#### 3 Определения

##### 3.1 Термины, определенные в других документах

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

**3.1.1 изменение климата (climate change) [b-IPCC]:** Изменение климата означает изменение состояния климата, которое может быть определено (например, используя статистические тесты) по изменению средних значений и/или изменчивости его свойств, и которое сохраняется в течение длительного периода времени, как правило, на протяжении десятилетий и более. Изменение климата может быть вызвано естественными внутренними процессами или внешними воздействиями либо непрерывными изменениями антропогенного характера в составе атмосферы или в землепользовании. Следует отметить, что в Статье 1 Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКООНИК) изменение климата определено следующим образом: "изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени". Таким образом, в РКООНИК проводится различие между изменением климата, обусловливаемым деятельностью человека, которая изменяет состав атмосферы, и изменчивостью климата, обусловленной естественными причинами.

**3.1.2 парниковые газы (greenhouse gas)** [b-ISO 14064-1]: Газовые составляющие атмосферы как естественного, так и антропогенного происхождения, которые поглощают и излучают волны определенной длины в диапазоне инфракрасного излучения, испускаемого поверхностью Земли, атмосферой и облаками.

**3.1.3 датчик (sensor)** [ITU-T Y.2221]: Электронное устройство, которое измеряет физическое состояние или химический состав и доставляет электронный сигнал, соответствующий наблюдаемой характеристике.

**3.1.4 сенсорная сеть (sensor network)** [ITU-T Y.2221]: Сеть, состоящая из соединенных между собой сенсорных узлов, которые с помощью проводной или беспроводной связи осуществляют обмен поступающими от датчиков данными.

**3.1.5 сенсорный узел (sensor node)** [ITU-T Y.2221]: Устройство, имеющее в своем составе датчик(и) и, факультативно, исполнительный(ые) механизм(ы), которое обладает функциями обработки поступающих от датчиков данных и организации сети.

**3.1.6 повсеместно распространенная сенсорная сеть (ubiquitous sensor network)** [ITU-T Y.2221]: Концептуальная сеть, созданная поверх существующих физических сетей, в которых используются поступающие от датчиков данные и предоставляются услуги на основе знаний любому лицу, в любом месте и в любое время, и где информация создается с использованием информированности о контексте.

**3.1.7 межплатформенное программное обеспечение (USN middleware)** [ITU-T Y.2221]: Набор логических функций для поддержки приложений и услуг ПРСС.

## 3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

Отсутствуют.

## 4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы:

API	Application Program Interface		Интерфейс прикладного программирования
CPU	Central Processing Unit	ЦП	Центральный процессор
GAW	Global Atmosphere Watch	ГСА	Глобальная служба атмосферы
GHG	Greenhouse Gas		Парниковые газы
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	МГКИ	Межправительственная группа по климатическим изменениям
RX	Receiver		Приемник
TX	Transmitter		Передатчик
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	РКООНИК	Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата
USN	Ubiquitous Sensor Network	ПРСС	Повсеместно распространенная сенсорная сеть

## 5 Условные обозначения

Отсутствуют.



## 6 Обзор мониторинга изменения климата

### 6.1 Глобальная сеть мониторинга парниковых газов

Мониторинг выбросов парниковых газов (GHG), а также изменения климата требует установки датчиков GHG, сенсорных узлов и сенсорных сетей на национальном и/или глобальном уровне. Общенациональная сеть мониторинга GHG может взаимодействовать с глобальной сетью мониторинга GHG, например, с приведенной на рисунке 1, сопровождение которой осуществляет программа Глобальной службы атмосферы (ГСА) Всемирной метеорологической организации (ВМО) [b-GAW programme].

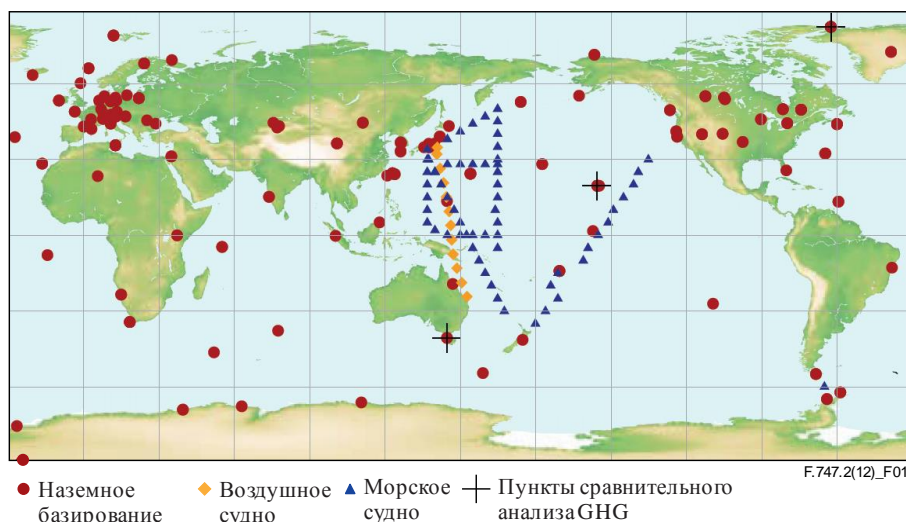


Рисунок 1 – Глобальная сеть ГСА ВМО для мониторинга GHG

### 6.2 Локальная сеть мониторинга GHG

В документе [b-IPCC Guidelines] определены три нижеследующих уровня оценки выбросов GHG, вызываемых сжиганием ископаемого топлива.

- Метод уровня 1 базируется на данных о топливе, так как выбросы, создаваемые всеми источниками сжигания, могут оцениваться на основании количества сжигаемого топлива (как правило, по данным национальной статистики энергетики) и средних коэффициентов выбросов. Коэффициенты выбросов уровня 1 имеются для всех соответствующих непосредственных парниковых газов.
- Метод уровня 2 предусматривает оценку по той же статистике сжигания топлива, что и в методе уровня 1, однако вместо используемых в уровне 1 значений по умолчанию используются коэффициенты выбросов по странам. Это объясняется тем, что различные конкретные виды топлива, технологии сжигания и даже отдельные станции могут обуславливать разные коэффициенты выбросов по странам.
- Метод уровня 3 предусматривает использование либо детальных моделей выбросов или измерений и данных на уровне отдельных станций, в соответствующих случаях. Эти модели и измерения, применяемые надлежащим образом, должны обеспечивать более точные оценки, в первую очередь для парниковых газов помимо CO<sub>2</sub>, хотя и за счет более точной информации и дополнительных усилий.

Метод уровня 3 обеспечивает предприятиям возможность измерения реальных выбросов GHG, что исключает завышенную оценку, которая может стать следствием применения принципа консервативности. Согласно этому принципу используются консервативные допущения, значения и процедуры, если данные и допущения являются неопределенными, и повышение точности не оправдывает затрат, связанных с мерами по обеспечению большей определенности. Результаты на основе консервативных расчетов выбросов GHG скорее всего будут отражать завышенную, а не заниженную оценку.

Предприятия могут создать локальную сеть мониторинга GHG на уровне своего производственного объекта.

## 7 Анализ воздействия на окружающую среду с помощью приложений и услуг ПРСС

### 7.1 Развертывание элементов ПРСС

ПРСС в [ITU-T Y.2221] определена как концептуальная сеть и информационная инфраструктура, которая доставляет поступающие от датчиков данные и предоставляет услуги на основе знаний любому лицу, в любом месте и в любое время. Информация и знания в ПРСС наращиваются путем использования контекстно-зависимых методов.

Приложения и услуги ПРСС создаются путем интеграции услуг сенсорных сетей в сетевую инфраструктуру. Они могут применяться в повседневной жизни незаметным образом, так как все, по существу, связано посредством сквозного сетевого взаимодействия пользователей (в том числе машины и человека) и сенсорных узлов, а передача осуществляется через промежуточные сетевые объекты, такие как серверы приложений, объекты промежуточного программного обеспечения, объекты сетей доступа и шлюзы ПРСС. Интеграция аппаратного оборудования, программного обеспечения, приложений ПРСС и услуг ПРСС может использоваться во многих гражданских сферах применения, например: автоматизация промышленного производства, бытовая автоматизация, сельскохозяйственный мониторинг, здравоохранение, окружающая среда, наблюдение за стихийными бедствиями и загрязнением окружающей среды, безопасность.

На рисунке 2 показаны элементы для развертывания приложений и услуг ПРСС с целью смягчения последствий изменения климата. Они могут оказывать и положительное и отрицательное воздействие на окружающую среду.

Приложения и услуги ПРСС			
Магистральная сеть			
Сенсорная сеть (проводная, беспроводная)			
Шлюз		Сенсорный узел	
аппаратный	программный	аппаратный	программный

Рисунок 2 – Развертывание элементов приложений и услуг ПРСС

### 7.2 Положительное воздействие на окружающую среду

ПРСС – это ключевая технология для смягчения последствий изменения климата путем мониторинга различных параметров окружающей среды и создания возможности управления источниками потребления энергии в соответствии с параметрами окружающей среды.

Сенсорные узлы могут измерять и предавать различные типы параметров окружающей среды, такие как давление, влажность, освещение, химические вещества, деформация и наклон, скорость и ускорение, магнитные поля, вибрация, движение, обнаружение металлов и звук.

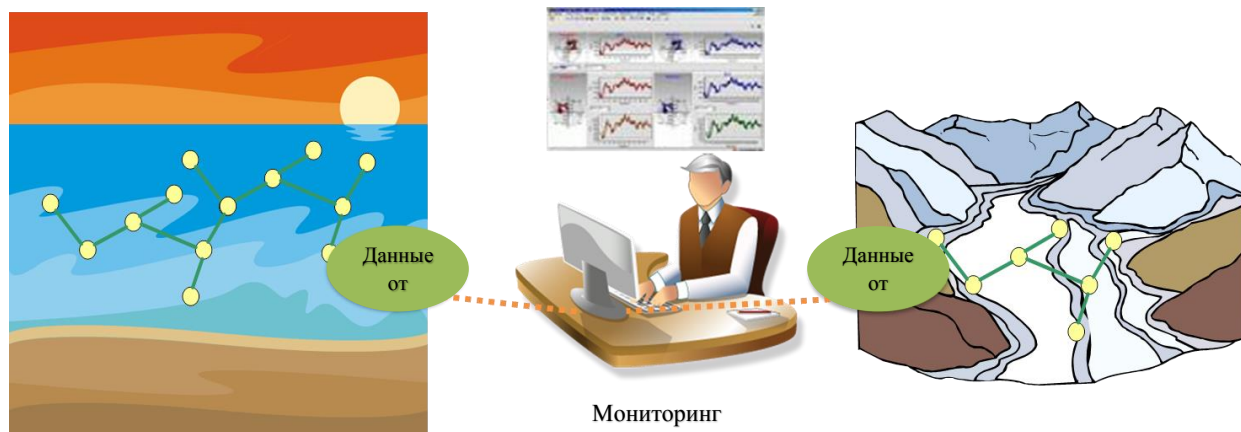
Определяемые путем зондирования параметры используются для отслеживания изменения климата и понимания климатических явлений. Задача заключается в том, как доставлять поступающие от датчиков данные и как осуществлять управление, представление и использование этих данных, с тем чтобы получить имеющую ценность информацию для борьбы с изменением климата. В настоящем разделе кратко представлены примеры применения ПРСС для смягчения последствий изменения климата.

#### 7.2.1 Непосредственный мониторинг изменения климата

Приложения и услуги ПРСС обеспечивают непосредственный мониторинг для сбора климатических данных. Например, мониторинг морской среды и мониторинг состояния ледников помогают отслеживать непрерывные изменения в окружающей среде.

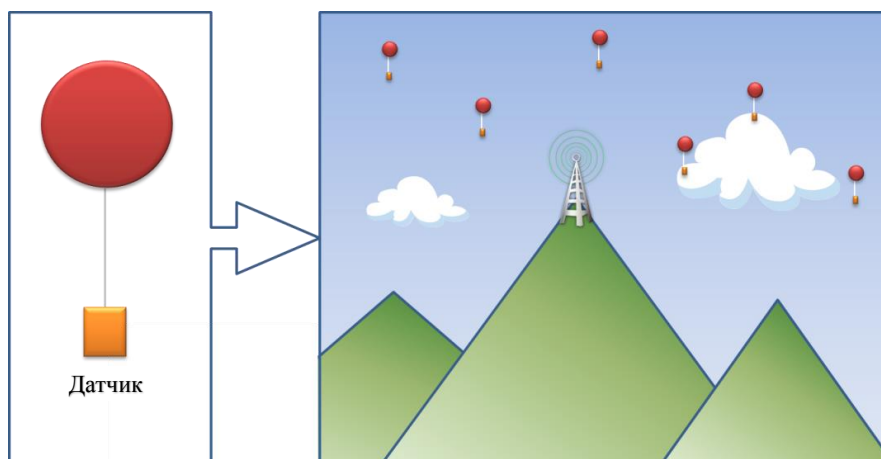
Для борьбы с изменением климата важен мониторинг климата, для того чтобы проверять, вызваны ли изменения в окружающей среде воздействием человека или природными явлениями. Использование сенсорных сетей для мониторинга климата изучалось в течение десятилетий, и это позволило разработать жизнеспособные методики и способы мониторинга изменения климата. По результатам большого числа экспериментов было доказано, что системы мониторинга на базе ПРСС предоставляют ценные данные.

Приведенная на рисунке 3 иллюстрация мониторинга морской среды представляет пример непосредственного мониторинга окружающей среды. Данные сенсорных узлов, используемые для мониторинга состояния в реальном времени морской среды и состояния льдов, передаются локальной системе мониторинга и управления.



**Рисунок 3 – Пример мониторинга морской среды и состояния льдов**

Другим примером непосредственного мониторинга климата является мониторинг воздушных потоков в верхних слоях атмосферы и состояния атмосферы, который показан на рисунке 4. Его характеристики несколько отличаются от общих характеристик мониторинга климата. Изменение высоты, температура, влажность и атмосферные потоки составляют ключевую информацию для понимания изменения климата в определенном регионе.



**Рисунок 4 – Пример мониторинга воздушных потоков в верхних слоях атмосферы и состояния верхних слоев атмосфер**

### 7.2.2 Мониторинг и контроль выбросов GHG

Приложения ПРСС могут быть разработаны для автоматического контроля и ограничения уровня энергопотребления. Различные приложения ПРСС имеют возможность контролировать потребление электроэнергии и загрязнение воздуха, с тем чтобы предупреждать пользователей о превышении их системами установленных пороговых уровней.

Хорошим примером этой категории приложений ПРСС является система управления различными компонентами городской инфраструктуры, такими как дороги, канализация, водо- и газопроводы. Обнаружив дефект, системы ПРСС запускают соответствующие системы обслуживания для устранения нарушения. Например, система управления дорожным движением фиксирует дорожные условия и предоставляет эту информацию водителям, дополняя ее метеосводкой. Кроме того, приложения ПРСС могут способствовать сокращению выбросов GHG, которые вызывает движение с частыми остановками, перенаправляя трафик на менее загруженные маршруты.

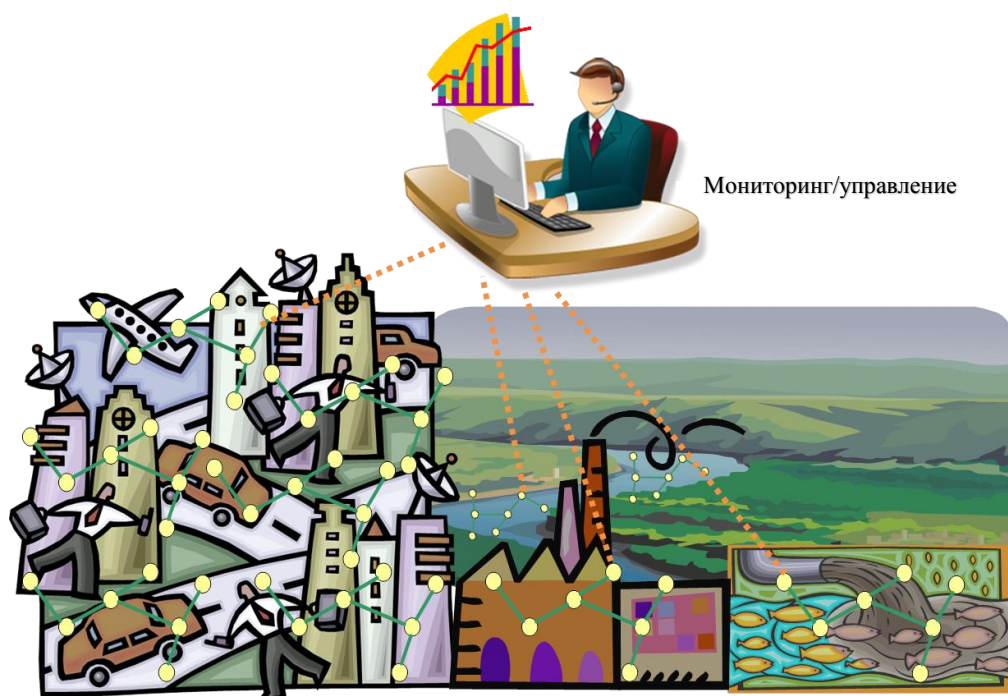


Рисунок 5 – Пример управления городскими объектами

Другим примером мониторинга энергопотребления и выбросов GHG является автоматизация жилых и коммерческих зданий. Электrolампы могут автоматически регулировать яркость на основании информации от датчиков движения и общей освещенности. Бытовые электроприборы и другие электронные устройства могут переходить в энергосберегающий режим, если они не используются. Регулирование уровней энергопотребления и выбросов GHG коммерческих зданий сложнее, чем регулирование уровней потребления и выбросов частных домов. Однако в коммерческих зданиях возможно использовать средства автоматизации аналогичного типа или аналогичные системные концепции. Серверы мониторинга домов и зданий могут отображать контролируемые уровни энергопотребления и предоставлять владельцам возможность регулировать соответствующим образом уровни использования. Известно, что такие системы мониторинга и управления снижают выбросы GHG в среднем примерно на 10%.

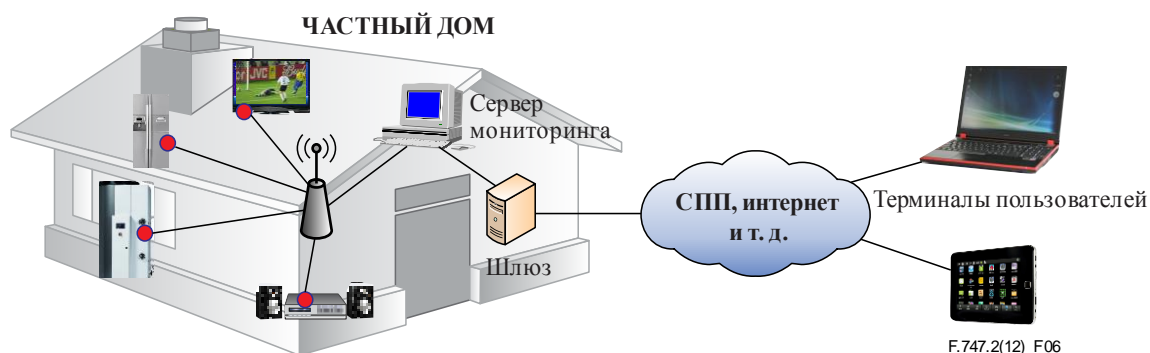


Рисунок 6 – Пример мониторинга GHG частного дома

### 7.2.3 Косвенный мониторинг для определения особенностей климата

Существует большое число приложений ПРСС, которые позволяют вести косвенный мониторинг для сбора климатических данных. Этот тип приложений ПРСС важен тем, что позволяет исследователям анализировать и понимать изменение климата. Понимание изменения климата – это первый шаг в разработке стратегий борьбы с надвигающимся кризисом, который может поставить под угрозу мировые источники, обеспечивающие питьевую воду, санитарию и ирригацию.

Приложения ПРСС могут быть широко развернуты для мониторинга любых изменений окружающей среды и способствовать пониманию причин этих изменений. Собранные в результате данные можно использовать для прогнозирования будущих изменений.

Приложение ПРСС для наблюдения за гидросистемой предполагает создание беспроводных сенсорных сетей для более тщательного изучения водообмена и может использоваться для понимания климатических явлений. Сенсорные узлы могут устанавливаться в теплицах и на открытом грунте, а приложение сенсорной сети ведет мониторинг сельскохозяйственной среды и получает сведения о среде обитания растений, с тем чтобы содействовать созданию оптимальных условий для растениеводства.

### **7.3 Отрицательное воздействие на окружающую среду**

По мере того, как накапливаются знания об изменении климата, обусловленном сектором ИКТ, возрастает также уровень осведомленности о воздействии на окружающую среду электрических и электронных изделий, ограничениях на использование опасных веществ и применении эко-дизайна. Кроме того, в течение жизненного цикла любого сырья, включая этапы обработки материалов, производства, распространения, использования, ремонта и технического обслуживания, а также в результате удаления и утилизации изделий создаются побочные продукты выбросов GHG. ПРСС не составляют исключения в этом аспекте, однако они могут использоваться во многих сферах и оказывать положительное общее воздействие на окружающую среду.

#### **7.3.1 Использование опасных материалов**

В состав элементов ПРСС входит физическое оборудование, такое как шлюзы, сенсорные узлы, датчики и элементы питания. Сюда относятся малые сенсорные узлы с питанием от батарей. Батареи содержат тяжелые металлы, такие как ртуть, свинец, кадмий и никель, которые могут загрязнять окружающую среду в случае ненадлежащего удаления батарей. Если использованные сенсорные узлы невозможно собрать, создаваемые физическим оборудованием ПРСС электронные отходы и некоторые металлы могут высвобождать опасные элементы в золе, образующейся в процессе сгорания. Таким образом, восстановление после загрязнения окружающей среды, вызванного электронными отходами, приводит к дополнительным выбросам GHG.

#### **7.3.2 Непрямые выбросы GHG**

Приложения и услуги ПРСС будут создавать нагрузку на окружающую среду на каждом этапе жизненного цикла изделия. Однако нагрузка на окружающую среду обусловлена в основном использованием электроэнергии на этапе использования. Потребляемая электроэнергия вызывает непрямые выбросы GHG от электростанций (например, термоэлектрические станции и т. д.), когда GHG создаются в процессе выработки электроэнергии.

## **8 Требования к развертыванию приложений и услуг ПРСС для смягчения последствий изменения климата**

Даже при том что приложения и услуги ПРСС оказывают во многих областях большее положительное воздействие в части смягчения последствий изменения климата, они тоже создают выбросы GHG, как описано в пунктах 7.2 и 7.3. Следовательно, важно разворачивать и использовать приложения и услуги ПРСС экологически безопасным образом. Кроме того, в шлюзах сенсорных сетей и других специализированных серверах, таких как сенсорные узлы, должны предусматриваться эко-дизайн и эко-функционирование.

### **8.1 Экологически безопасные ресурсы**

Сенсорные узлы проектируются и производятся малыми по габаритам с небольшим объемом памяти и низкой вычислительной мощностью, а также с низким потреблением энергии от непerezаряжаемых батарей. Этот базовый принцип проектирования сенсорных узлов малых размеров и с низкой вычислительной мощностью делает приложения и услуги ПРСС хорошим решением, обеспечивающим низкий уровень выброса углерода. Однако следует рассмотреть еще многие аспекты, например материалы, из которых изготовлены элементы, батареи, утилизация использованных ресурсов и т. д. В частности, следует рассматривать использование солнечных батарей и других альтернативных экологически безопасных источников энергии.



### 8.1.1 Материалы, из которых изготавливаются элементы

В случае использования датчиков для мониторинга погоды или сбора информации об окружающей среде следует сводить к минимуму создаваемую датчиками нагрузку на окружающую среду. В общем, изделия создают выбросы GHG на протяжении всего своего жизненного цикла, от приобретения сырья до окончательного удаления изделий. Кроме того, нагрузка на окружающую среду создается в результате использования опасного сырья. Следовательно, если снятые с эксплуатации сенсорные узлы возможно собрать, выбросы GHG могут быть снижены благодаря повторному использованию или утилизации. Если снятые с эксплуатации сенсорные узлы собрать невозможно, нагрузка на окружающую среду может быть сведена к минимуму, если сенсорный узел изготовлен из экологически безопасных материалов. Таким образом, для элементов ПРСС необходимо предусматривать следующее:

- использование экологически безопасных материалов для сенсорного узла и связанного с ним оборудования;
- использование утилизируемых материалов для сенсорного узла и/или сенсорного узла многократного применения;
- недопущение использования опасных материалов для сенсорного узла и связанного с ним оборудования;
- управление информацией о местоположении сенсорных узлов для сбора.

### 8.1.2 Батареи

Батареи и энергоресурсы, содержащие опасные материалы, существенно воздействуют не только на объем выбросов GHG, но также и на окружающую среду. В силу того, что сенсорные узлы часто используются в условиях мобильности и требуют частого обслуживания батарей, они могут обуславливать излишне большой объем выбросов GHG. С другой стороны, сбережение и аккумулирование энергии (например, солнечные батареи) может свести к минимуму объем выбросов GHG сенсорных узлов. Таким образом, необходимо рассматривать следующие аспекты, касающиеся использования батарей в сенсорных узлах:

- использование экологически безопасных или аккумуляторных батарей;
- использование батарей большой емкости для сокращения объемов электронных отходов;
- использование экологически безопасных энергоресурсов (например, солнечной энергии, электромагнитной энергии, тепловой энергии).

## 8.2 Энергоэффективность

На рисунке 7 представлена иллюстрация типового потребления энергии сенсорного узла. Совокупная энергия, используемая в сенсорном узле, рассчитывается как сумма энергии, используемой в каждой части сенсорного узла. В частности, энергия в основном используется для связи. Для выполнения расчетов и других задач требуется относительно немного энергии. На рисунке 7 показано, что общая энергоэффективность может быть значительно увеличена путем проектирования связи с низким потреблением энергии и путем использования энергоэффективных режимов связи.

В данном пункте определены три категории энергоэффективности, которые следует рассматривать не только для беспроводных сенсорных сетей, но и для проводных сенсорных сетей.

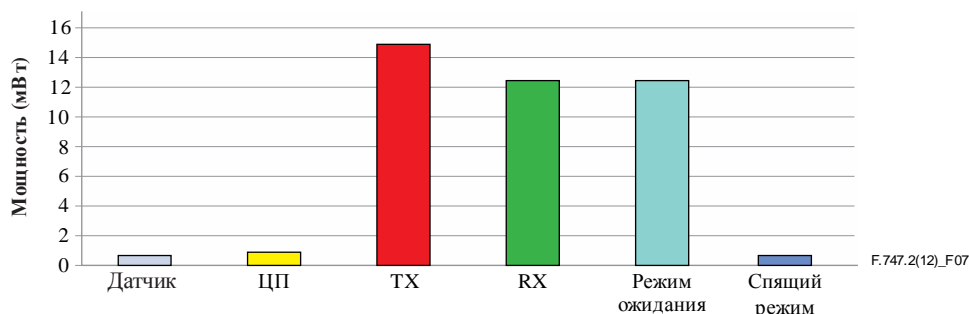


Рисунок 7 – Энергопотребление типовых сенсорных узлов, представленное в [b-IEEE VTC]

### **8.2.1 Организация аппаратного оборудования, обеспечивающая энергоэффективность**

Сенсорные узлы работают на протяжении своего жизненного цикла в основном на небольших батареях, все программы должны быть реализованы на основе кода малого размера и требовать минимального потребления энергии. Организация сетей и передача данных с учетом мощности составляют решающее свойство, обеспечивающее долговечность узлов и их батарей, а также снижение объема электронных отходов. Таким образом, к организации аппаратного оборудования для сенсорных узлов применимы изложенные ниже соображения:

- развертывание достаточного количества устройств: плотность устройств и радиус сети меняются в зависимости от различных приложений и услуг. Резервные соединения могут обусловить излишнее потребление энергии, а слишком низкая плотность развертывания может вызвать излишнее увеличение числа повторных передач, то есть бесполезный расход энергии;
- учет аспектов РЧ-мощности и РЧ-помех, в особенности учет препятствий для радиопередач при развертывании внутри помещений.

### **8.2.2 Протоколы, обеспечивающие энергоэффективность**

Для обеспечения эффективного потребления энергии должны поддерживаться различные режимы (например, спящий режим, режим ожидания, режим гибернации) и их эффективное функционирование. Для каждого приложения и услуги частота выборки для сбора данных может быть разной. Следовательно, для протоколов сенсорных узлов и сенсорных сетей следует рассматривать следующие аспекты:

- поддержка различных режимов (например, спящий режим, режим ожидания, режим гибернации);
- коды реализации должны быть как можно меньше по объему;
- сведение к минимуму операций зондирования, расчетов и связи;
- равное потребление энергии в сенсорных узлах в одинаковых сетях;
- поддержка самостоятельного восстановления, устойчивых сетей и дистанционного управления (снижение числа перемещений для проведения частого обслуживания).

### **8.2.3 Энергоэффективные приложения и услуги**

Приложения и услуги ПРСС разрабатываются для различных целей, например системы мониторинга климата и системы автоматизации частных домов или зданий. Существующие приложения и услуги ПРСС путем конвергенции создают другие новые услуги, и они могут использоваться для смягчения последствий изменения климата. Следовательно, к приложениям и услугам ПРСС применимы следующие соображения:

- снижение объема функционирования сенсорного узла;
- выполнение операций обработки на сервере;
- повторное использование уже развернутых приложений и услуг ПРСС (в соответствующих случаях);
- разработка приложений и услуг ПРСС для универсального использования данных, поступающих от датчиков (например, схемы баз данных, API, промежуточное программное обеспечение ПРСС);
- включение функции управления сенсорной сетью в приложения и услуги ПРСС для выполнения автоматического контроля и дистанционного возврата в исходное состояние в случае нарушения функционирования элемента ПРСС;
- анализ применения приложений и услуг ПРСС в части энергосбережения (например, регулирование электрического освещения, вентиляции, кондиционирования воздуха и отопления).

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – Вопрос энергосбережения следует тщательно прорабатывать, если приложения и услуги ПРСС применяются на объектах, имеющих непосредственное отношение к жизни людей (например, операционная, отделение интенсивной терапии, пункт неотложной помощи, медицинский инкубатор).

### **8.3 Эксплуатационные условия датчиков GHG**

Создание национальной сенсорной сети мониторинга выбросов GHG возможно должно отвечать национальным нормам, внутренним стандартам или международным стандартам. Они могут содержать набор спецификаций, определяющих условия для географических местоположений, целевые объемы выбросов GHG, частоты зондирования, стандартные опорные уровни GHG, формулы для расчетов, конфигурацию измерительных приборов, расположение устройств и т. д. Специалисты-практики должны проверить эти условия до развертывания приложений и услуг ПРСС.



## Библиография

- [b-GAW programme] WMO Global Atmosphere Watch home page  
<[http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw\\_home\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html)>
- [b-IEEE VTC] Ding, M., Cheng, X., and Xue, G. (2003), *Aggregation tree construction in sensor networks*, Vehicular Technology Conference, 2003. Vol.4, No., pp. 2168-2172, IEEE.
- [b-ISO 14064-1] ISO 14064-1 (2006), Greenhouse gases – Part 1: *Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*.
- [b-IPCC] IPCC Working Group 1 Report (2007), *Glossary of Terms used in the IPCC Fourth Assessment Report*.
- [b-IPCC Guidelines] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006).





## СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
<b>Серия F</b>	<b>Нетелефонные службы электросвязи</b>
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	Оконечное оборудование, субъективные и объективные методы оценки
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
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи