



ITUWRC

ДУБАЙ2023

20 ноября - 15 декабря 2023 года
Дубай, Объединенные Арабские Эмираты

Бюро радиосвязи (БР)

Административный циркуляр
CACE/1072

28 августа 2023 года

Администрациям Государств – Членов МСЭ, Членам Сектора радиосвязи, Ассоциированным членам МСЭ-R, участвующим в работе 3-й Исследовательской комиссии по радиосвязи, и Академическим организациям – Членам МСЭ

Предмет: **3-я Исследовательская комиссия по радиосвязи (Распространение радиоволн)**
– **Утверждение одного нового и трех пересмотренных Вопросов МСЭ-R**

В Административном циркуляре [CACE/1064](#) от 19 июня 2023 были представлены проекты одного нового и трех пересмотренных Вопросов МСЭ-R для утверждения по переписке согласно процедуре, предусмотренной в Резолюции МСЭ-R 1-8 (п. A2.5.2.3).

Условия, регулирующие эту процедуру, были выполнены 19 августа 2023 года.

Тексты утвержденных Вопросов прилагаются для справки в Приложениях 1–4 и будут опубликованы МСЭ.

Марио Маневич
Директор

Приложения: 4

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ВОПРОС МСЭ-R 236/3

Использование методов машинного обучения для исследований распространения радиоволн

(2023)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что для оценки и моделирования характеристик канала распространения радиоволн требуется определение нескольких ключевых параметров распространения волн;
- b)* что в ряде случаев трудно непосредственно наблюдать ключевой параметр канала распространения радиоволн и его следует определить косвенным образом (т. е. получить) путем измерения других наблюдаемых параметров;
- c)* что число наблюдаемых параметров может быть велико и что соотношение между наблюдаемыми параметрами и параметрами канала распространения радиоволн может быть нелинейным и неоднозначным;
- d)* что неопределенность и ошибки в методах, используемых для измерения наблюдаемых параметров, могут оказывать существенное влияние на точность процесса, применяемого для получения ключевых параметров распространения;
- e)* что в некоторых случаях требуется, чтобы модели распространения обеспечивали статистическую характеристику параметра распространения в большом диапазоне вероятности, и для этого требуется собрать и обработать большое число выборок;
- f)* что в ряде случаев в моделях распространения используются совместные статистические распределения многих входных параметров;
- g)* что развитие алгоритмов машинного обучения и специализированных аппаратных платформ может обеспечить исследователям возможность обработки больших объемов данных, полученных от самых разных источников, для извлечения информации из данных измерений;
- h)* что необходимо исследовать критерии применимости этих средств к моделям распространения;
- i)* что для разработки моделей распространения, которые будут статистически репрезентативными для всех возможных условий физического процесса, требуется, чтобы данные, используемые для разработки и тестирования моделей, были различными;
- j)* что алгоритмы машинного обучения могут использоваться как один из методов прогнозирования на ближайшее будущее, краткосрочного прогнозирования и прогнозирования параметров, влияющих на временную динамику канала распространения радиоволн;
- k)* что алгоритмы машинного обучения используются на протяжении многих лет при разработке методов прогнозирования распространения радиоволн и что благодаря достижениям в компьютерных технологиях многие системы машинного обучения получают широкое распространение,

решает, что необходимо изучить следующие Вопросы:

- 1 Каким образом использовать методы машинного обучения в качестве алгоритма для разработки методов прогнозирования распространения радиоволн?

2 Каким образом можно использовать современные алгоритмы и системы машинного обучения для разработки и совершенствования моделей распространения радиоволн, которые можно было бы применять в сложных сценариях и условиях?

3 Каковы процедуры для обеспечения того, чтобы модель распространения, разработанная с использованием алгоритмов машинного обучения, соответствовала всем возможным условиям, в особенности тем, которые не рассматривались в наборе данных, использовавшихся для ее разработки?

4 Какие характеристики качества входных данных следует оценивать для использования в алгоритмах машинного обучения при анализе данных измерений?

5 Какие системы машинного обучения могли бы применяться в области распространения радиоволн, в частности, для анализа данных измерений?

6 Существуют ли уже примеры средств машинного обучения, используемых для прогнозирования распространения радиоволн? Какие сценарии использования рассматривались до настоящего времени?

решает далее,

1 что результаты вышеуказанных исследований (в частности, по методам и данным) следует включить в Отчеты, Рекомендации и Справочники МСЭ-R, в зависимости от случая;

2 что вышеупомянутые исследования следует завершить к 2027 году.

Категория: S2

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ВОПРОС МСЭ-R 235-1/3

Воздействие искусственных электромагнитных поверхностей на распространение радиоволн

(2019-2023)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что искусственные электромагнитные поверхности (EEMS) способны усиливать или ослаблять передаваемые и принимаемые электромагнитные сигналы;
- b)* что EEMS разрабатываются в целях увеличения дальности связи, формирования зоны покрытия и снижения риска помех;
- c)* что EEMS, как ожидается, будут иметь большое значение для будущих беспроводных систем и сетей, в частности для Международной подвижной электросвязи (ИМТ) и беспроводных локальных сетей (WLAN);
- d)* что использование EEMS может быть менее дорогим и более энергоэффективным, чем развертывание дополнительных точек доступа или базовых станций;
- e)* что развитие технологий EEMS могло бы сократить потребности будущих беспроводных систем и сетей в дополнительном спектре;
- f)* что EEMS могли бы применяться преимущественно в составе строительных и/или отделочных материалов;
- g)* что наличие EEMS могло бы в значительной степени изменить характеристики распространения радиоволн по трассе связи;
- h)* что электрические свойства материалов поверхности, а также ориентация, конструкция и структура EEMS влияют на отражения сигнала и избирательность по частоте;
- i)* что моделирование отражений сигнала от EEMS имеет большое значение с точки зрения существования служб и совместного использования спектра службами радиосвязи и поставщиками услуг;
- j)* что наличие баз данных по EEMS будет способствовать разработке надлежащих моделей распространения с учетом специфики места,

отмечая,

- a)* что в Рекомендации МСЭ-R P.526 представлены руководящие указания в отношении методов расчета дифракции на препятствиях, в том числе обусловленной строительными материалами и структурами;
- b)* что в Рекомендации МСЭ-R P.530 представлены данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, необходимые для проектирования наземных систем прямой видимости;
- c)* что в Рекомендации МСЭ-R P.1238 представлены данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования для планирования систем радиосвязи внутри помещений и локальных радиосетей в диапазоне частот от 300 МГц до 450 ГГц;
- d)* что в Рекомендации МСЭ-R P.1407 содержится информация о различных аспектах многолучевого распространения волн;

e) что в Рекомендации МСЭ-R P.1411 представлены данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования для планирования наружных систем радиосвязи малого радиуса действия и локальных радиосетей в диапазоне частот от 300 МГц до 100 ГГц;

f) что в Рекомендации МСЭ-R P.1812 рассматривается метод прогнозирования распространения сигнала для наземных служб связи "из пункта в зону" в диапазоне частот от 30 МГц до 6 ГГц;

g) что в Рекомендации МСЭ-R P.2040 представлены руководящие указания относительно влияния строительных материалов и структур зданий на распространение радиоволн на частотах выше приблизительно 100 МГц;

h) что в Рекомендации МСЭ-R P.2109 приведены статистические модели потерь на входе в здание,

решает, что необходимо изучить следующие Вопросы:

1 Какие методы подходят для подробного описания характеристик EEMS, в частности отражателей и частотно-избирательных структур?

2 Какие детерминистские методы и методы, основанные на статистических данных, могут применяться для моделирования отражения электромагнитных сигналов от EEMS?

3 Какие детерминистские методы и методы, основанные на статистических данных, могут применяться для моделирования распространения электромагнитных сигналов через частотно-избирательные EEMS, представляющие собой полосовые или режекторные фильтры?

4 Какое воздействие частотно-избирательные EEMS в зданиях оказывают на передачу из помещений наружу и внутрь помещений извне и каково их влияние на потери на входе в здание/выходе из здания?

5 Каково влияние таких EEMS, как отражатели и частотно-избирательные поверхности, на потери передачи, дифракционные потери, потери из-за отражения от препятствий, затенение и поляризацию, включая потери рассогласования по поляризации, разброс задержки и разброс по углу?

6 Как базы данных по EEMS в совокупности с другой подробной информацией о трассе распространения могут применяться в целях прогнозирования затухания сигнала, временной задержки, рассеяния, дифракции и других характеристик распространения?

7 Каким образом использование более высоких частот, в частности в спектре миллиметровых волн, влияет на моделирование EEMS (по таким ключевым параметрам, как неровность поверхности и проводимость)?

решает далее,

что результаты вышеуказанных исследований следует включить в Рекомендации и/или Отчеты МСЭ-R и что эти исследования следует завершить к 2027 году.

Категория: S3

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ВОПРОС МСЭ-R 203-9/3

Методы прогнозирования распространения радиоволн для наземных радиовещательной, фиксированной (широкополосного доступа) и подвижной служб, использующих частоты выше 30 МГц

(1990-1993-1995-2000-2002-2009-2012-2017-2019-2023)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что сохраняется необходимость совершенствования и разработки методов прогнозирования напряженности поля для обеспечения планирования или внедрения наземных радиовещательной, фиксированной (широкополосного доступа) и подвижной служб, использующих частоты выше 30 МГц;
- b)* что для наземных радиовещательной, фиксированной (широкополосного доступа) и подвижной служб исследования распространения включают рассмотрение трасс распространения из пункта в зону и из многих пунктов во многие пункты;
- c)* что существующие методы основаны преимущественно на данных измерений и что сохраняется необходимость в измерениях в этом диапазоне частот из всех географических регионов, особенно развивающихся стран, для повышения точности методов прогнозирования;
- d)* что все более широкое использование частот выше 10 ГГц требует разработки методов прогнозирования для удовлетворения этих новых потребностей;
- e)* что в настоящее время цифровые системы, включающие широкополосную передачу, внедряются как в радиовещательной, так и в подвижной службах;
- f)* что при разработке цифровых радиосистем должны учитываться отраженные сигналы;
- g)* что увеличивается спрос на совместное использование частот этими и другими службами;
- h)* что максимальная скорость движения высокоскоростного транспорта (использующего скоростные автомагистрали, железные дороги) увеличивается до 500 км/ч,

решает, что необходимо изучить следующие Вопросы:

- 1 Какие методы прогнозирования напряженности поля могут использоваться для наземных радиовещательной, фиксированной (широкополосного доступа) и подвижной служб в диапазоне частот выше 30 МГц?
- 2 Каким образом на прогнозируемые значения напряженности поля, многолучевого распространения и их пространственно-временные статистические характеристики влияют:
 - частота, ширина полосы и поляризация;
 - длина и свойства трассы распространения;
 - особенности местности, включая возможность возникновения с большой задержкой отражений от склонов, расположенных вне большого круга;
 - наземный покров, строения и другие искусственные сооружения;
 - компоненты атмосферы;
 - высота и окружающая среда оконечных антенн;
 - направленность и разнесение антенн;
 - подвижный прием, включая доплеровский эффект;

- общий характер трассы распространения, например трассы, проходящие над пустынями, морями, прибрежными районами или горной местностью и, в частности, в районах с условиями, способствующими возникновению явления "сверхпреломления"?
- 3 В какой степени статистические характеристики распространения коррелируются в отношении разных трасс и частот?
- 4 Какие методы и параметры позволяют дать наиболее точную характеристику надежности покрытия этими аналоговыми и цифровыми службами и какого вида информация, помимо данных о напряженности поля, необходима для этих целей, например вычислительные средства, встроенные в систему с быстрой перестройкой частоты?
- 5 Какие методы и параметры позволяют наиболее точно описать импульсную характеристику канала распространения?

далее решает,

что на основе имеющейся информации следует подготовить пересмотры соответствующих Рекомендаций или новые Рекомендации и что вышеуказанные исследования следует завершить к 2027 году.

Категория: S2

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ВОПРОС МСЭ-R 211-8/3

Данные о распространении и модели распространения для разработки беспроводных систем ближней радиосвязи и беспроводных локальных вычислительных сетей (WLAN) в диапазоне частот от 300 МГц до 450 ГГц

(1993-2000-2002-2005-2007-2009-2015-2019-2023)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что в настоящее время разрабатывается множество новых персональных систем ближней связи для работы внутри и вне помещений;
- b)* что будущие подвижные системы (например, IMT) будут обеспечивать персональную связь как внутри помещений (служебных или жилых), так и вне помещений;
- c)* что, как показали практика использования существующих устройств и результаты интенсивных исследований, существует значительный спрос на беспроводные локальные вычислительные сети (беспроводные ЛВС – WLAN) и беспроводные частные учрежденческие АТС (WPBX);
- d)* что желательно разработать стандарты для WLAN, которые были бы совместимы с системами как беспроводной, так и проводной электросвязи;
- e)* что системы ближней связи с крайне низким энергопотреблением обладают многими преимуществами для предоставления услуг в составе подвижных и персональных систем связи;
- f)* что сверхширокополосная связь (СШП) является важной технологией беспроводной связи и может оказать влияние на службы радиосвязи;
- g)* что при использовании данных о распространении радиоволн и моделей распространения радиоволн при планировании новых сухопутной подвижной и фиксированной служб с малым радиусом действия, включая WLAN в диапазоне частот от 300 МГц до 450 ГГц, требуется проявлять осторожность и обеспечивать необходимые и достаточные данные измерений;
- h)* что знание параметров распространения радиоволн внутри зданий и характеристик помех от многочисленных пользователей, расположенных в пределах одной зоны обслуживания, является определяющим фактором для эффективного проектирования систем;
- i)* что хотя многолучевое распространение радиоволн может вызывать ухудшение качества связи, оно может быть с успехом применено в системах подвижной связи или связи внутри помещений;
- j)* что имеются лишь ограниченные данные измерений распространения радиоволн в некоторых полосах частот, рассматриваемых для использования системами ближней связи;
- k)* что информация относительно распространения радиоволн внутри помещений, а также распространения из помещений наружу может также представлять интерес для других служб,

решает, что необходимо изучить следующие Вопросы:

- 1 Какие модели распространения радиоволн следует использовать для разработки систем ближней связи, осуществляющих передачу внутри помещений, вне помещений, а также из помещений наружу (дальность работы менее 1 км), включая системы беспроводной связи и системы доступа и WLAN?

- 2 Какие характеристики канала, касающиеся распространения радиоволн, больше всего подходят для описания его свойств при применении различными службами, такими как:
- речевая связь;
 - службы факсимильной связи;
 - службы передачи данных (высокоскоростной и низкоскоростной);
 - службы поисковой связи и передачи сообщений;
 - службы видеосвязи?
- 3 Каковы характеристики импульсного отклика канала?
- 4 Как влияет выбор поляризации на характеристики распространения радиоволн?
- 5 Как влияют характеристики базовой станции и оконечных антенн (например, направленность, управление лучом) на характеристики распространения радиоволн?
- 6 Какое влияние оказывает применение различных схем разнесения?
- 7 Какое влияние оказывает размещение передатчика и приемника?
- 8 Какое влияние при передаче внутри помещений могут оказывать различные строительные и отделочные материалы на затенение, дифракцию и отражение?
- 9 Какое влияние при передаче вне помещений могут оказывать строительные конструкции и растительность на затенение, дифракцию и отражение?
- 10 Какое влияние на характеристики распространения радиоволн оказывает перемещение людей или предметов внутри помещений, в том числе перемещение одного или обоих концов радиолинии?
- 11 Какие переменные необходимо использовать в модели для учета различных типов зданий (например, зданий с открытой планировкой, одноэтажных, многоэтажных), в которых расположены один или оба оконечные устройства?
- 12 Как можно охарактеризовать потери на входе в здание при разработке систем и каково их влияние на передачу из помещений наружу?
- 13 Какие факторы могут быть использованы для частотного масштабирования и для каких диапазонов их использование целесообразно?
- 14 Каковы наилучшие способы представления требуемых данных?
- 15 Какие модели распространения больше всего подходят для оценки влияния на разработку систем, таких как технология MIMO (многие входы, многие выходы)?
- 16 Какое влияние виды высокоскоростного транспорта (использующего скоростные автомагистрали, железные дороги) оказывают на характеристики распространения?
- 17 Каковы последствия затенения людьми?
- 18 Какие требуются элементы для оценки вероятности прямой видимости для использования в исследованиях совместного использования частот и совместимости?

далее решает,

- 1 что необходимые и достаточные данные измерений следует положить в основу разрабатываемых методов прогнозирования, как описано в пункте *g)* раздела *учитывая*;
- 2 что результаты вышеупомянутых исследований должны быть включены в одну (один) или несколько Рекомендацию(й) и/или Отчет(ов) и что эти исследования должны быть завершены к 2027 году.

Категория: S3
