



Бюро радиосвязи (БР)

Административный циркуляр
CACE/1064

19 июня 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)**
– **Предлагаемое утверждение проектов одного нового и трех пересмотренных Вопросов МСЭ-R**

На собрании 3-й Исследовательской комиссии по радиосвязи, состоявшемся 2 июня 2023 года, были одобрены проекты одного нового и трех пересмотренных Вопросов МСЭ-R в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1-8 (п. A2.5.2.2) и было решено применить процедуру, изложенную в Резолюции МСЭ-R 1-8 (см. п. A2.5.2.3), для утверждения Вопросов в период между ассамблеями радиосвязи. Тексты проектов Вопросов МСЭ-R приведены для сведения в Приложениях 1–4. Всем Государствам-Членам, выдвигающим возражение против утверждения какого-либо проекта Вопроса, предлагается сообщить Директору и председателю Исследовательской комиссии о причинах такого несогласия.

Учитывая положения п. A2.5.2.3 Резолюции МСЭ-R 1-8, Государствам-Членам предлагается информировать Секретариат (brsgd@itu.int) в срок до 19 августа 2023 года о том, утверждают ли они изложенные выше предложения.

По истечении вышеуказанного предельного срока результаты этих консультаций будут объявлены в Административном циркуляре, а утвержденные Вопросы будут в кратчайшие сроки опубликованы (см. <http://www.itu.int/ITU-R/go/que-rsg3/en>).

Марио Маневич
Директор

Приложения: 4

– Проекты одного нового и трех пересмотренных Вопросов МСЭ-R

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(Документ 3/128(Rev.1))

ПРОЕКТ НОВОГО ВОПРОСА МСЭ-R XXX/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

(Документ 3/130)

ПРОЕКТ ПЕРЕСМОТРА ВОПРОСА 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 сосуществования 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

(Документ 3/131)

ПРОЕКТ ПЕРЕСМОТРА ВОПРОСА 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

(Документ 3/132)

ПРОЕКТ ПЕРЕСМОТРА ВОПРОСА 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 оконечных 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
