

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.2083-0
(09/2015)

**Концепция ИМТ – Основы и общие
задачи будущего развития ИМТ
на период до 2020 года и далее**

Серия М
**Подвижные службы, служба радиоопределения,
любительская служба и относящиеся к ним
спутниковые службы**



Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2017 г.

© 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.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.2083-0

**Концепция ИМТ – Основы и общие задачи будущего развития ИМТ
на период до 2020 года и далее**

(2015)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определены основы и общие задачи будущего развития Международной подвижной электросвязи (ИМТ) на период до 2020 года и далее с учетом роли, которую могла бы играть ИМТ в будущем, обеспечивая более эффективное удовлетворение потребностей сетевого общества как в развитых, так и в развивающихся странах. В настоящей Рекомендации подробно описаны основы будущего развития ИМТ на период до 2020 года и далее, в том числе разнообразные возможности, связанные с предусмотренными сценариями использования. Кроме того, в настоящей Рекомендации рассматриваются задачи будущего развития ИМТ на период до 2020 года и далее, которое предусматривает дальнейшее совершенствование ИМТ и развитие систем ИМТ-2020. Следует отметить, что настоящая Рекомендация составлена с учетом текущего уровня развития ИМТ на основе Рекомендации МСЭ-R М.1645.

Ключевые слова

ИМТ, ИМТ-2020

Сокращения/гlossарий

ICT	Information and Communication Technology	Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)
IMT	International Mobile Telecommunications	Международная подвижная электросвязь
IoT	Internet of Things	Интернет вещей
M2M	Machine-to-Machine	Межмашинное взаимодействие
MIMO	Multiple Input Multiple Output	Многоканальный вход/ многоканальный выход
QoE	Quality of Experience	Оценка пользователем качества услуг
QoS	Quality of Service	Качество обслуживания
RAT	Radio Access Technology	Технология радиодоступа
RLAN	Radio Local Area Network	Локальная радиосеть

Рекомендации и Отчеты МСЭ, связанные с данной темой

Recommendation ITU-R M.1645	Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000
Рекомендация МСЭ-R М.2012	Подробные спецификации наземных радиointерфейсов перспективной Международной подвижной электросвязи (ИМТ-Advanced)
Report ITU-R M.2320	Future technology trends of terrestrial IMT systems
Report ITU-R M.2370	IMT Traffic estimates for the years 2020 to 2030
Report ITU-R M.2376	Technical feasibility of IMT in bands above 6 GHz
Report ITU-R M.2134	Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что МСЭ внес существенный вклад в стандартизацию и согласование использования ИМТ, обеспечив тем самым предоставление услуг электросвязи в мировом масштабе;
- b) что технический прогресс и соответствующие потребности пользователей будут содействовать внедрению инноваций и ускорять предоставление потребителям перспективных применений связи;
- c) что Вопрос МСЭ-R 229/5 затрагивает будущее развитие наземного сегмента ИМТ и что в секторе МСЭ-R проводятся исследования, относящиеся к теме данного Вопросы;
- d) что в Рекомендации МСЭ-R М.1645 определены структура и основные цели будущего развития систем ИМТ-2000 и последующих систем;
- e) что для обеспечения функционирования в глобальном масштабе и экономии за счет масштаба производства, которые являются ключевыми факторами успешного развития систем подвижной электросвязи, целесообразно сформировать согласованный календарный план будущего развития ИМТ, в котором будут учтены технические и эксплуатационные аспекты, а также вопросы, связанные с использованием спектра;
- f) что, согласно прогнозам, применения беспроводной связи распространятся на новые рыночные сегменты, способствуя переходу к цифровой экономике, например "умные" электросети, электронное здравоохранение, интеллектуальные транспортные системы и управление трафиком, что повлечет за собой появление новых технических требований, выходящих за рамки сегодняшних областей применения ИМТ;
- g) что стремительный рост количества смартфонов, планшетов и инновационных применений подвижной связи, создаваемых пользователями, приводит к колоссальному увеличению объема трафика мобильных данных;
- h) что в связи с разработкой и распространением приложений интернета вещей (IoT) ожидается рост количества устройств, имеющих доступ в сеть;
- i) что внедрение таких технологий, как формирование луча и крупномасштабные системы с многоканальным входом и многоканальным выходом (ММО), целесообразно проводить на более высоких частотах, что обусловлено малой длиной волны;
- j) что широкие непрерывные полосы частот способствуют повышению эффективности передачи данных и упрощают аппаратную реализацию;
- k) что размер сот уменьшается (например, до нескольких десятков метров), обеспечивая достаточную пропускную способность на больших территориях в районах плотной застройки;
- l) что системы ИМТ взаимодействуют с другими системами радиосвязи,

признавая,

- a) что в связи с быстрым ростом трафика данных некоторые администрации, не дожидаясь глобального развертывания систем ИМТ-Advanced, уже эксплуатируют такие системы;
- b) что наряду с совершенствованием систем ИМТ-2000 и ИМТ-Advanced планируется разработка современных радиоинтерфейсов, поддерживающих новые возможности ИМТ-2020,

отмечая,

что согласно Статье 44 Устава МСЭ Государства – Члены Союза в кратчайшие сроки должны приложить усилия к внедрению новейших технических достижений,

рекомендует,

чтобы Приложение использовалось в качестве основ и общих задач будущего развития ИМТ на период до 2020 года и далее.

Приложение

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
1 Введение.....	3
2 Общие тенденции. Обзор	4
2.1 Тенденции, касающиеся пользователей и применений.....	4
2.2 Рост объема трафика ИМТ.....	6
2.3 Технологические тенденции	6
2.4 Изучение технической возможности использования ИМТ в полосах частот от 6 до 100 ГГц.....	9
2.5 Использование спектра.....	9
3 Эволюция технологий ИМТ	10
3.1 Как развивались технологии ИМТ	10
3.2 Роль ИМТ на период до 2020 года и далее.....	11
4 Сценарии использования ИМТ на период до 2020 года и далее.....	12
5 Возможности систем ИМТ-2020	13
6 Структура и задачи.....	18
6.1 Взаимосвязи	18
6.2 Планы-графики.....	18
6.3 Главные направления для дальнейших исследований.....	20

1 Введение

Социально-техническая эволюция последних десятилетий, в значительной мере стимулируемая развитием технологий подвижной связи, внесла существенный вклад в экономическое и социальное развитие как развитых, так и развивающихся стран. Подвижная связь стала неотъемлемой частью повседневной жизни людей. Согласно прогнозам, социально-технические тенденции и развитие систем подвижной связи будут по-прежнему тесно связаны друг с другом и сформируют основу общества начиная с 2020 года.

Однако, как предсказывают специалисты, в будущем появятся новые требования, связанные, в частности, с увеличением объема трафика, появлением новых устройств с различными эксплуатационными нормативами, высокой оценкой пользователем качества услуг (QoE), доступных по цене благодаря дальнейшему снижению затрат. В связи с этим необходимо внедрение все большего количества инновационных технических решений.

Цель настоящей Рекомендации – сформировать концепцию развития ИМТ до 2020 года и далее, рассматривая перспективы в отношении пользователей и применений, увеличение трафика, тенденции развития технологий и вопросы использования спектра, а также предоставив руководящие указания по структуре и функциональным возможностям ИМТ на период до 2020 года и далее.

2 Общие тенденции. Обзор

2.1 Тенденции, касающиеся пользователей и применений

Мобильные устройства играют разнообразную, непрерывно меняющуюся роль в жизни современного человека. ИТ-системы будущего должны поддерживать новые сценарии использования, в числе которых применения, требующие высокоскоростной передачи данных, подключения большого количества устройств, а также применения, обладающие сверхнизкой задержкой и высокой надежностью. Более подробно тенденции, касающиеся пользователей и применений, рассматриваются в пунктах 2.1.1–2.1.8.

2.1.1 Поддержка ориентированных на пользователя систем связи, обладающих сверхнизкой задержкой и высокой надежностью

Современные пользователи рассчитывают на мгновенное установление соединения и мгновенный отклик от применений. Они не намерены ждать – система должна сразу откликнуться на нажатие. Мгновенный отклик должен стать ключевым фактором успешного развития облачных услуг, а также применений виртуальной и дополненной реальности. Таким образом системы связи, обладающие низкой задержкой и высокой надежностью, поддерживающие мгновенный отклик, становятся основой будущего развития новых применений, например, в сфере здравоохранения, системах безопасности, в офисной технике, в сфере развлечений и досуга, а также во многих других областях.

2.1.2 Поддержка машинно-ориентированных систем связи, обладающих сверхнизкой задержкой и высокой надежностью

Современные системы связи, обладающие высокой надежностью и низкой задержкой, проектировались в расчете на пользователя-человека. Новые применения для систем беспроводной связи будущего разрабатываются на основе межмашинного взаимодействия (M2M) с учетом условий работы в реальном времени. Беспилотные автомобили, усовершенствованные мобильные облачные услуги, оптимизация управления трафиком в реальном времени, быстрое реагирование в условиях чрезвычайных ситуаций и бедствий, "умные" электросети, электронное здравоохранение или эффективная связь на предприятиях промышленности – примеры задач, при решении которых важную роль играют низкая задержка и высокая надежность.

2.1.3 Поддержка работы в условия высокой плотности пользователей

Пользователи вправе рассчитывать на удовлетворительное качество предоставляемых услуг в условиях одновременного подключения множества других пользователей, например при большом скоплении людей с высокой плотностью трафика на единицу площади, а также при большом количестве трубок и аппаратов/устройств на единицу площади. В качестве примеров можно привести одновременную передачу аудио- и видеоконтента по всей соте или работу информационно-развлекательных приложений в торговых центрах, на стадионах, фестивалях на открытом воздухе или других массовых мероприятиях с большим количеством посетителей. Это относится и к водителям, которые пользуются телефонами в дорожных пробках, и к пассажирам общественного транспорта, а также к работникам специальных организаций, таких как полиция, пожарные службы и бригады скорой помощи. В этих случаях сети связи общего пользования и машинно-ориентированные устройства работают в условиях высокой плотности пользователей.

2.1.4 Одновременное обеспечение высокого качества и высокой мобильности

Жизнь соединенного общества уже немыслима без интернета, а после 2020 года появятся новые требования. Некоторые пользователи подключаются к сети, находясь дома или в офисе, другие – находясь в движении, во время поездок и т. д. И те и другие вправе рассчитывать на сопоставимый уровень качества сетевых услуг. Для того чтобы мобильные пользователи и устройства, подключенные к межмашинным сетям, могли рассчитывать на высокое качество связи, необходимы технические решения, обеспечивающие стабильное и безотказное подключение, а также возможность эффективного поддержания качества услуг наряду с мобильностью.

Обеспечение высокого качества в условиях высокой мобильности позволит успешно внедрять применения для пользовательских устройств, находящихся на движущихся платформах, таких как автомобили или высокоскоростные поезда, которые вводятся в эксплуатацию в некоторых странах. Подключение к сетям устройств, расположенных на движущихся платформах, может быть реализовано при помощи ИМТ, локальных радиосетей (RLAN) или других сетей, доступных для этих платформ, с использованием подходящего транзитного соединения.

2.1.5 Усовершенствованные мультимедийные услуги

Вполне вероятно, что спрос на услуги мобильной передачи мультимедийной информации с высоким разрешением будет возрастать, помимо культурно-развлекательных целей, в таких сферах, как медицинская помощь и обеспечение безопасности.

Пользовательские устройства будут обладать улучшенными возможностями для приема мультимедийных данных, в числе которых дисплеи сверхвысокого разрешения, многовидовые дисплеи высокого разрешения, мобильные трехмерные проекторы, системы видеоконференций с эффектом присутствия, а также дисплеи и интерфейсы дополненной реальности и смешанной реальности. Таким образом возникнет необходимость в значительном увеличении скорости передачи данных. Мультимедийные данные будут передаваться как отдельным пользователям, так и группам.

2.1.6 Интернет вещей

В будущем каждый объект, которому необходимо подключение к сети, будет подключаться при помощи проводных или беспроводных интернет-технологий. Таким образом количество подключенных к сети устройств будет стремительно расти и, по прогнозам, в будущем превысит количество устройств, используемых непосредственно человеком.

К таким подсоединенным объектам (или "вещам") относятся смартфоны, датчики, исполнительные механизмы, камеры, транспортные средства. Их сложность будет варьироваться от простых до сверхсложных и совершенных устройств. Значительная часть подключенных к сети устройств будет использовать в работе сети ИМТ.

В результате подключенные к сети объекты неизбежно будут обладать разными уровнями энергопотребления, мощностью передатчика, параметрами задержки, стоимостью и многими другими показателями, критичными для поддержания стабильности соединения.

Кроме того, по мере подключения все новых и новых вещей будут появляться различные службы, в которых будут использоваться сетевые функциональные возможности этих вещей. Электросети с интеллектуальным распределением энергии, сети для сельского хозяйства и здравоохранения, системы связи между автомобилями и дорожной инфраструктурой рассматриваются как потенциальные области дальнейшего роста применения интернета вещей (IoT).

2.1.7 Конвергенция применений

К новым применениям, все активнее использующим сети ИМТ, относятся государственные услуги для населения, сети для обеспечения безопасности и связи в чрезвычайных ситуациях, образовательные системы, системы передачи аудиовизуального контента напрямую (линейная передача¹) и по запросу, а также электронное здравоохранение. Такого рода конвергенция применений должна учитывать требования, характерные для этих применений.

¹ Линейная передача аудиовизуального контента относится к традиционным услугам радиосвязи и телевидения. Слушатели и зрители "настраиваются" на контент, организованный в виде запрограммированного блока программ, состоящего, например, из новостей, шоу, пьес или фильмов по телевидению и разнообразного аудиоконтента по радио. Эти блоки программ формируются поставщиками контента. Пользователи не могут вносить в них изменения. Линейная передача не ограничивается рамками определенной технологии распространения контента. Например, потоковая трансляция через интернет также относится к линейной передаче контента.

2.1.8 Применения сверхточного позиционирования

По мере повышения точности позиционирования широкое распространение получают системы, основанные на определении местоположения, оказывающие аварийно-спасательные услуги повышенного качества, а также наземные службы точной навигации для беспилотных транспортных средств или летательных аппаратов.

2.2 Рост объема трафика ИМТ

Существует множество факторов, стимулирующих рост потребления трафика ИМТ в будущем, в особенности ввод в эксплуатацию устройств с улучшенными функциональными характеристиками, требующих повышения скорости передачи данных и расширения использования полос частот. Аналогичные факторы послужили причиной роста объема трафика при переходе от технологии ИМТ-2000 к ИМТ-Advanced.

Основные факторы, стимулирующие предполагаемый рост объема трафика, – это более активное потребление видеоконтента, а также быстрое распространение устройств и применений различного типа. Возникновение и развитие со временем этих факторов в разных странах будет происходить по-разному – в зависимости от социально-экономической ситуации в конкретной стране. Указанные стимулирующие факторы и другие тенденции, влияющие на рост объема трафика, подробно отражены в Отчете МСЭ-R М.2370. Отчет содержит расчеты глобального трафика ИМТ после 2020 года, полученные из нескольких источников. На основании этих расчетов можно сделать вывод, что глобальный трафик ИМТ в период с 2020 по 2030 год вырастет в 10–100 раз.

В Отчете МСЭ-R М.2370 рассматриваются также аспекты асимметрии трафика в указанный период времени. В настоящее время наблюдается смещение среднего коэффициента асимметрии трафика подвижной широкополосной связи в сторону линии вниз (загрузка данных из интернета). И это смещение будет, как ожидается, увеличиваться в связи с ростом потребления аудиовизуального контента.

2.3 Технологические тенденции

В Отчете МСЭ-R М.2320 представлен широкий обзор перспектив технологического развития наземных систем ИМТ в период с 2015 по 2020 год и далее. Отчет содержит информацию о технических и эксплуатационных характеристиках систем ИМТ, в том числе о развитии ИМТ в рамках технического прогресса и разработки эффективных методов использования спектра, а также о внедрении и эксплуатации таких систем. В Отчете МСЭ-R М.2320 приведена подробная информация о технических аспектах, представленных в пунктах 2.3.1–2.3.8. Кроме того, в пункте 2.3.9 рассматриваются технологии, необходимые для повышения скорости передачи данных.

2.3.1 Технологии совершенствования радиоинтерфейса

Усовершенствованные формы сигналов, модуляция и кодирование, а также схемы многостанционного доступа, в частности фильтрованное OFDM (FOFDM), модуляция с множеством несущих с использованием банка фильтров (FBMC), многостанционный доступ с разделением по шаблону (PDMA), многостанционный доступ на основе разреженных кодов (SCMA), многостанционный доступ с разделением на основе перемешивания (IDMA) и распределение по несущим с низкой плотностью (LDS), способны повысить эффективность использования спектра в будущих системах ИМТ.

Передовые технологии применения антенн, такие как формирование трехмерного луча (3D-BF), активная антенная система (AAS), крупномасштабные и сетевые системы с многоканальным входом/многоканальным выходом (MIMO) позволят добиться более эффективного использования спектра.

Кроме того, совместное применение TDD и FDD, двухканальное подключение и динамическая TDD увеличат гибкость при использовании спектра.

Одновременная передача и прием сигналов на одной частоте с подавлением собственных помех может повысить эффективность использования спектра.

Внесение усовершенствований в радиointерфейс может осуществляться и другими методами, такими как гибкие транзитные соединения и настраиваемые конфигурации радиодоступа.

В сотах малого размера модуляции более высокого порядка и внесение изменений в структуру эталонных сигналов с сокращением сигналов, содержащих служебные данные, способны обеспечить улучшение характеристик за счет меньшей мобильности систем, работающих в малых сотах, а также потенциально более высоким отношениям сигнал/помеха по сравнению с более крупными зонами.

Гибкое использование спектра, объединенное управление несколькими технологиями радиодоступа (RAT) и гибкое распределение ресурсов линий вверх/линий вниз способны обеспечить техническое решение проблемы растущего потребления трафика в будущем и более эффективное использование радиоресурсов.

2.3.2 Сетевые технологии

Для ИМТ-систем будущего потребуются более гибкие сетевые узлы, настраиваемые на основе организации сетей с программируемыми параметрами (SDN), а также архитектуры и виртуализации сетевых функций (NFV) в целях оптимальной обработки функции узлов и повышения эксплуатационной эффективности сетей.

Характерной чертой облачных услуг RAN (C-RAN) является централизованная и согласованная эксплуатация системы, что позволяет задействовать полосу модулирующих сигналов и ресурсы обработки информации более высокого уровня и сформировать пул для управления и динамического распределения этих ресурсов по запросу. При этом радиомодули и антенна развертываются по распределенной схеме.

Архитектура сетей радиодоступа (RAN) должна поддерживать широкий диапазон схем межсотовой координации. Усовершенствованная технология самоорганизующихся сетей (SON) – один из примеров решений, позволяющих операторам оптимизировать расходы на эксплуатацию сетей multi-RAT и многоуровневых сетей, обеспечивая при этом растущие потребности абонентов в пропускной способности.

2.3.3 Технологии совершенствования сценариев использования подвижной широкополосной связи

Многопролетные радиорелейные сети способны значительно улучшить качество обслуживания (QoS) пользователей на границах сот. При развертывании малых сот качество обслуживания пользователей повышается за счет сокращения количества пользователей в пределах одной соты. При этом повышается также оценка пользователем качества услуг.

Согласно прогнозам, совершенствование динамической активной потоковой передачи данных по протоколу HTTP (DASH) улучшит пользовательский интерфейс и позволит разместить больший объем потокового видеоконтента в существующей инфраструктуре.

Преимуществами технологии расширенного мультимедийного широкополосного вещания и многоадресной передачи (eMBMS) являются экономное использование ширины полосы и повышение эффективности передачи данных. Целесообразно также применять динамическое переключение между одноадресной и многоадресной передачей данных.

В настоящее время системы ИМТ обеспечивают поддержку сетевого взаимодействия RLAN на уровне базовой сети, включая как бесшовное, так и небесшовное мобильное подключение, и могут переключать трафик на безлицензионные полосы спектра, разгружая тем самым сотовые сети.

Применения, зависящие от контекста, способны предоставлять большее количество персонализированных услуг, обеспечивая высокое качество для конечного пользователя и упреждающую адаптацию к изменяющемуся контексту.

Метод, основанный на близости объектов, позволяет применениям получать информацию о том, находятся ли устройства в непосредственной близости друг от друга, а также обеспечить прямое соединение устройств друг с другом (D2D). Для обеспечения общественной безопасности крайне целесообразным является развитие технологий групповой связи, включая связь нажатием одной кнопки (push-to-talk).

2.3.4 Технология развития крупномасштабных сетей межмашинной связи

Планируется, что ИМТ-системы будущего будут соединять большое количество устройств по линиям межмашинной связи, удовлетворяющих разнообразным требованиям к рабочим и эксплуатационным характеристикам и усовершенствованных в направлении снижения затрат и уровня сложности, а также расширения зоны покрытия.

2.3.5 Технологии развития сверхнадежных линий связи с низкой задержкой

Для получения сверхнизкой задержки может потребоваться серьезное усовершенствование плоскости управления и плоскости данных, а также разработка новых технических решений, касающихся как радиоинтерфейса, так и сетевой архитектуры.

Предполагается, что беспроводные системы будущего в значительной степени будут использоваться в контексте межмашинной связи, например в области обеспечения безопасности трафика, эффективности использования трафика, в "умных" электросетях, в электронном здравоохранении, беспроводных технологиях автоматизации производства, дополненной реальности, системах дистанционного тактильного управления и телемеханической релейной защиты. Это потребует применения методов, обеспечивающих высокую надежность.

2.3.6 Технологии повышения энергоэффективности сетей

Для повышения энергоэффективности при проектировании протоколов необходимо учитывать энергопотребление.

Энергоэффективность сети можно повысить как путем снижения мощности РЧ-передатчиков, так и путем экономии энергии в электрических цепях. Для повышения энергоэффективности необходимо адаптивное управление ресурсами на основе колебаний трафика, потребляемого различными пользователями. В качестве примеров можно привести прерывистую передачу (DTX), временное отключение базовых станций и антенн, а также равномерное распределение трафика между несколькими сетями RAT.

2.3.7 Технологии пользовательских терминалов

Мобильный терминал становится все более удобным многоцелевым устройством информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), предназначенным для персонального офиса и развлечения. В последнее время помимо традиционных смартфонов появляется также множество "умных" устройств, которые пользователи могут носить на себе.

В связи с этим должны продолжаться совершенствоваться технологии изготовления микросхем, аккумуляторов и дисплеев.

2.3.8 Технологии повышения уровня конфиденциальности и безопасности

Для ИМТ-систем будущего необходимы надежные и защищенные технические решения, способные противостоять угрозам безопасности и конфиденциальности, которые могут заключаться в новых технологиях радиосвязи, услугах и сценариях развертывания.

2.3.9 Технологии повышения скорости передачи данных

Для повышения скорости передачи данных и пропускной способности необходимо соблюдение следующих ключевых технических условий:

использование спектра:

- использование больших участков спектра в верхних полосах частот;
- объединение несущих;

на физическом уровне:

- повышение эффективности использования спектра при помощи современных методов на физическом уровне (модуляции, кодирования) и достижений в пространственной обработке данных (сетевые и крупномасштабные системы MIMO), а также применение других инновационных и альтернативных методик;

на уровне сети:

- уплотнение сети.

2.4 Изучение технической возможности использования ИМТ в полосах частот от 6 до 100 ГГц

В рамках развития ИМТ до 2020 года и далее будут внедряться новые сценарии использования и применения. Стремительный рост объема трафика при этом является одной из главных проблем, для решения которой желательны наличие непрерывных и более широких полос пропускания каналов, чем те, которые используются в настоящее время системами ИМТ. В связи с этим целесообразно рассмотреть возможность использования ресурсов спектра в верхних диапазонах частот.

В Отчете МСЭ-R М.2376 приведена информация по технической возможности использования ИМТ в полосах частот от 6 до 100 ГГц. Отчет включает в себя данные о новых перспективных методах и технологиях радиосвязи ИМТ, которые потенциально могут использоваться в указанном диапазоне частот.

В Отчете представлены результаты измерений распространения радиоволн в указанном диапазоне для различных сред. В Отчете представлены данные по измерениям как по линии прямой видимости, так и вне прямой видимости для стационарных и мобильных систем, а также для систем, работающих снаружи и внутри помещений. Включены также результаты моделирования эксплуатационных характеристик для нескольких сценариев развертывания.

В Отчете описываются технические решения, основанные на технологиях ММО и формировании луча с большим количеством элементов антенн, позволяющих компенсировать увеличение потерь на распространение с ростом частоты. Эти технологии находят все более широкое применение благодаря возможности использования антенн на базе чипов и модульных адаптивных антенных решеток, не требующих осуществления аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования для каждого элемента. В настоящее время изучается целесообразность изготовления серийных передатчиков и приемников для указанных частот. Об этом свидетельствует серийный выпуск мультигигабитных беспроводных систем (MGWS) частотой 60 ГГц, а также проведение работ по разработке прототипов на частотах 11, 15, 28, 44, 70 и 80 ГГц.

В Отчете рассматриваются потенциальные преимущества использования одних и тех же участков спектра, как для доступа, так и для периферийных и транзитных соединений, в сравнении с использованием двух разных частот для доступа и для периферийных и транзитных соединений.

Теоретическая оценка, моделирование, результаты измерений, развитие технологий и разработка прототипов, описанные в Отчете, говорят о том, что использование полос частот от 6 до 100 ГГц технически возможно для изученных сценариев развертывания ИМТ и может быть принято во внимание в процессе развития ИМТ до 2020 года и далее.

2.5 Использование спектра

В Отчете МСЭ-R М.2290 приведены результаты исследований глобальных потребностей в спектре для наземных сетей ИМТ в 2020 году. По оценке, предполагаемые потребности в спектре включают в себя ранее определенные потребности для сетей ИМТ и дополнительные требования к использованию спектра.

Отмечается, что ни один отдельно взятый диапазон частот не удовлетворяет всем критериям, заданным для развертывания систем ИМТ, особенно в странах с разным рельефом местности и различной плотностью населения. Поэтому для удовлетворения потребностей систем ИМТ в пропускной способности и покрытии потребовалось бы несколько диапазонов частот. Следует заметить, что существуют различия в специфике рынков и в темпах развертывания, а также сроках роста трафика данных в сетях подвижной связи в разных странах.

К 2020 году и в последующие периоды для поддержки постоянного роста в будущих системах ИМТ целесообразно использовать непрерывные и более широкие полосы пропускания каналов (по сравнению с теми, которые используются в настоящее время). Таким образом необходимо изучить доступность ресурсов спектра, поддерживающих использование непрерывных и более широких полос пропускания каналов в указанный период времени. Усилия исследователей должны быть направлены на повышение эффективности использования спектра и изучение доступности непрерывных и широких полос пропускания каналов.

Более того, если для систем ИМТ будут доступны дополнительные участки спектра, необходимо учитывать сложности, которые могут возникнуть у действующих пользователей этих участков спектра.

2.5.1 Согласование спектра

По мере увеличения объема спектра, необходимого для услуг подвижной связи, все более важную роль играет согласование использования как действующих, так и вновь определенных и распределенных участков спектра. Согласование спектра дает следующие ключевые преимущества: экономию за счет масштаба, возможность глобального роуминга, снижение степени конструктивной сложности оборудования, увеличение срока службы батарей, повышение эффективности использования спектра и потенциальное уменьшение трансграничных помех. Чаще всего мобильные устройства оборудованы многоэлементными антеннами и соответствующими радиочастотными входными каскадами, что позволяет работать в нескольких диапазонах частот и упрощает глобальный роуминг. Поскольку в мобильных устройствах целесообразно использовать стандартные микросхемы, компоненты должны удовлетворять техническим требованиям, обусловленным различиями в планах размещения частот, что ведет к усложнению конструкции оборудования.

Таким образом одним из результатов согласования спектра для систем ИМТ должна стать унификация оборудования. Кроме того, это позволит добиться экономии за счет масштаба производства и сделать оборудование более доступным.

2.5.2 Значимость использования непрерывных и более широких полос спектра

Широкомасштабное распространение "умных" устройств (смартфонов, планшетов, телевизоров и т. д.), а также большое разнообразие применений, требующих для работы большого объема трафика, повышают потребность в трафике передачи данных в беспроводных сетях. Согласно прогнозам, ИМТ-системы будущего обеспечат существенный прогресс для удовлетворения столь стремительно растущей потребности в трафике. Кроме того, ожидается, что ИМТ-системы будущего смогут обеспечить передачу пользовательских данных со скоростью порядка гигабита в секунду. Доступные в настоящее время полосы частот и их ширина отличаются в странах и регионах, и это является причиной множества проблем, связанных со сложностью устройств и вероятностью возникновения помех. Эффективным решением может служить согласованное использование непрерывных, более широких полос частот наряду с дальнейшим развитием технологий. Это поможет также решить задачи, поставленные перед ИМТ-системами будущего.

В частности, для поддержки различных сценариев использования, указанных в пункте 4 (например, усовершенствованная подвижная широкополосная связь, сверхнадежная передача данных с малой задержкой, крупномасштабные системы межмашинной связи), потребуются полосы различной ширины. Для сценариев, требующих ширины полосы от нескольких сот мегагерц до (как минимум) 1 ГГц, необходимо рассматривать широкие непрерывные участки спектра в диапазоне выше 6 ГГц.

3 Эволюция технологий ИМТ

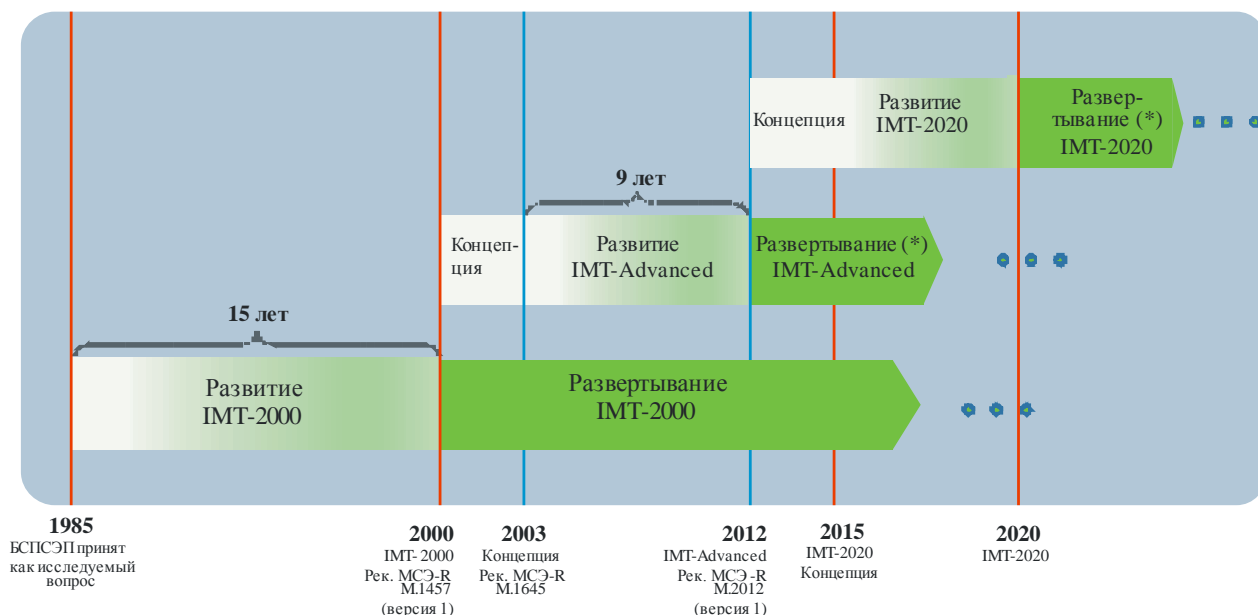
3.1 Как развивались технологии ИМТ

После того как в 1985 году Международным консультативным комитетом по радио (МККР) был утвержден исследуемый Вопрос о будущих сухопутных подвижных системах электросвязи общего пользования (БСПСЭП), на определение радиочастотного спектра (1992 год) и на разработку спецификаций ИМТ-2000 потребовалось в общей сложности 15 лет (Рекомендация МСЭ-R М.1457). После разработки спецификации началось развертывание систем ИМТ-2000.

Затем МСЭ сразу приступил к разработке концептуальной Рекомендации (Рекомендация МСЭ-R М.1645, июнь 2003 года) по основам и общим задачам будущего развития ИМТ-2000 и последующих систем. В 2012 году на основе данной Рекомендации МСЭ выпустил Рекомендацию МСЭ-R М.2012 по наземным радиоинтерфейсам ИМТ-Advanced. После завершения разработки концептуальной Рекомендации на протяжении девяти лет МСЭ занимался разработкой второго этапа ИМТ. Затем началось внедрение систем ИМТ-Advanced.

РИСУНОК 1

Общий план-график разработки и внедрения систем ИМТ



(*) Сроки развертывания могут быть разными в каждой из стран.

М.2083-01

3.2 Роль ИМТ на период до 2020 года и далее

Системы ИМТ – это не только средство связи для пользователей, но и инструмент, содействующий развитию других отраслей, таких как медицина, транспорт, образование. Учитывая основные тенденции, описанные в пункте 2, системы ИМТ необходимо развивать в следующих направлениях.

- **Инфраструктура беспроводной связи для глобального соединения.** Широкополосная связь будет играть не менее важную роль, чем электроснабжение. ИМТ будет и дальше сохранять важное значение в этом контексте, выступая в роли одного из главных элементов, обеспечивающих услуги подвижной связи и обмен информацией. В будущем как профессионалам, так и обычным пользователям будет предложен широкий спектр применений и услуг, начиная от информационно-развлекательных и заканчивая промышленными и профессиональными применениями.
- **Новый рынок ИКТ.** Согласно прогнозам развитие будущих систем ИМТ будет содействовать формированию комплексной отрасли ИКТ, которая станет одной из основных движущих сил для экономики во всем мире. Возможные области применения включают сбор, агрегирование и анализ больших данных; предоставление персонализированных сетевых услуг для предприятий и социальных групп в сетях беспроводной связи.
- **Преодоление цифрового разрыва.** ИМТ продолжит работу по устранению последствий нарастающего цифрового разрыва. Доступные, стабильные и простые в развертывании системы подвижной и беспроводной связи способны помочь в решении этой задачи и в то же время обеспечить эффективное энергосбережение при максимальной производительности.
- **Новые способы связи.** ИМТ позволит передавать любой контент в любое время, в любом месте при помощи любого устройства. Пользователи будут создавать еще больше контента и делиться этим контентом без ограничения по времени и местоположению.
- **Новые формы образования.** Технологии ИМТ способны изменить методики образования, обеспечивая беспрепятственный доступ к цифровым учебникам или к облачным хранилищам данных в интернете, развивая такие применения, как электронное обучение, электронное здравоохранение, электронная торговля.

- **Повышение энергоэффективности.** Технологии ИМТ обеспечивают энергоэффективность в самых различных отраслях экономики, поддерживая межмашинное взаимодействие и такие решения, как "умные" электросети, телеконференции, "умные" системы логистики и транспорта.
- **Изменения в социальной сфере.** Социальные сети, работающие на основе широкополосной связи, помогут быстро формировать и распространять общественное мнение по политическим и социальным вопросам. Основной движущей силой социальных преобразований станет формирование мнения огромного количества людей, объединенных сетью, за счет возможности обмена информацией в любое время и в любом месте.
- **Инновации в искусстве и культуре.** ИМТ будет стимулировать создание произведений искусства или участие людей в групповых мероприятиях, таких как виртуальные хоры, флешмобы, написание песен и соавторство в создании произведений. Кроме того, люди, подключенные к виртуальному миру, имеют возможность создавать новые виды сообществ и формировать собственную культуру.

4 Сценарии использования ИМТ на период до 2020 года и далее

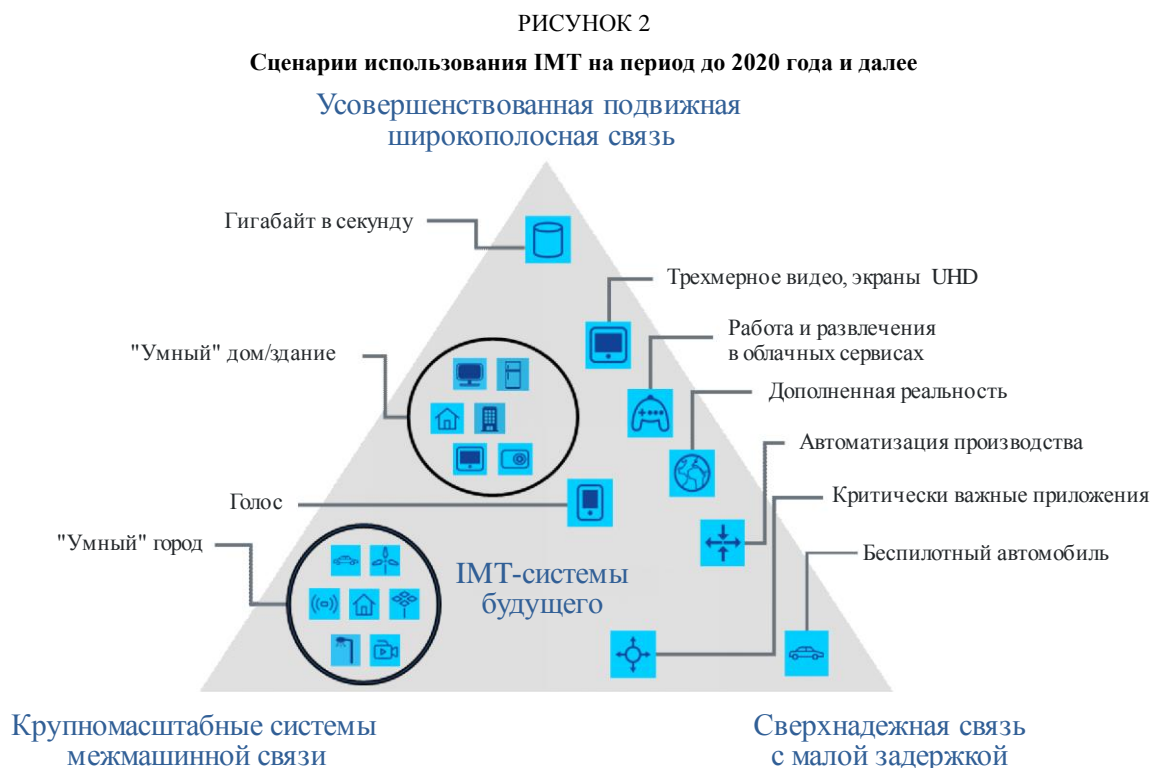
Развитие ИМТ на период до 2020 года и далее предусматривает расширение и поддержку различных сценариев использования и применений, выходящих за рамки сегодняшних возможностей ИМТ. Более того, широкий спектр возможностей будет тесно связан с будущими сценариями использования и применениями на период до 2020 года и далее. Сценарии использования ИМТ на период до 2020 года и далее включают в себя следующие пункты.

- **Усовершенствованная подвижная широкополосная связь.** Подвижная широкополосная связь охватывает сценарии использования, ориентированные на человека и обеспечивающие доступ к мультимедийному контенту, услугам и данным. Спрос на услуги подвижной широкополосной связи будет расти и дальше, в результате чего их усовершенствование достигнет нового уровня. Сценарий использования усовершенствованной подвижной широкополосной связи приведет к появлению новых областей применения и технических требований в дополнение к уже существующим. Результатом станет повышение качества предоставляемых услуг и бесперебойная работа пользовательских интерфейсов. Различные требования применяются к таким сценариям использования, как широкая зона покрытия и применение беспроводных точек доступа. Для беспроводных точек доступа, то есть для зон с высокой плотностью пользователей, требуется очень высокая пропускная способность, в то время как требования к мобильности невелики, и скорость передачи пользовательских данных выше, чем при покрытии больших зон. Для покрытия широких зон целесообразно применять бесшовное обслуживание. Мобильность при этом изменяется в диапазоне от средней до высокой, а скорость передачи пользовательских данных должна быть значительно выше по сравнению с существующими показателями. Однако требования к скорости передачи данных могут быть не такими жесткими, как для сценария с беспроводными точками доступа.
- **Сверхнадежная передача данных с малой задержкой.** В данном сценарии использования предъявляются жесткие требования к таким показателям, как пропускная способность, задержка и готовность. Примерами могут служить беспроводное управление промышленными и производственными процессами, дистанционная хирургия, автоматизация распределения энергии в "умных" электросетях, безопасность на транспорте и т. д.
- **Крупномасштабные системы межмашинной связи.** Данный сценарий использования характеризуется большим количеством подключенных устройств, как правило, передающих относительно небольшой объем данных, не столь чувствительных к задержке. Необходимо обеспечить небольшую стоимость и продолжительное время заряда батарей.

Предполагается возникновение дополнительных сценариев использования, которые на данный момент невозможно предугадать. ИМТ-системы будущего должны обладать гибкостью, необходимой для адаптации к новым сценариям использования, которые предъявляют широкий круг требований.

ИМТ-системы будут включать в себя большое количество различных функций. В зависимости от обстоятельств и потребностей различных стран будущие системы ИМТ должны разрабатываться исключительно по модульному принципу, то есть без обязательного внедрения всех функций во всех сетях.

На рисунке 2 показаны некоторые примеры предполагаемых сценариев использования ИМТ на период до 2020 года и далее.



М.2083-02

5 Возможности систем ИМТ-2020

Согласно прогнозам, на период до 2020 года и далее системы ИМТ будут обладать гораздо более высокими характеристиками, чем те, которые описаны в Рекомендации МСЭ-R М.1645, и эти характеристики можно рассматривать как новые функциональные возможности будущих систем ИМТ. Поскольку МСЭ-R планирует обозначать термином ИМТ-2020 эти системы, сегменты и связанные с ними аспекты, поддерживающие новые функциональные возможности, данный термин будет использоваться в следующих разделах.

Планируется широкий спектр функциональных возможностей, тесно связанный с предполагаемыми сценариями использования и применениями ИМТ-2020. Различные сценарии использования наряду с нынешними и будущими тенденциями приведут к появлению множества разнообразных требований. Ключевыми принципами разработки являются гибкость и разнообразие, что позволит соответствовать различным сценариям использования, в отношении которых функциональные возможности систем ИМТ-2020, описанные в последующих параграфах, будут в разной степени актуальны и применимы. Кроме того, следует учитывать ограничения, накладываемые на энергопотребление сети и использование ресурсов спектра.

Далее приведены восемь параметров, характеризующих функциональные возможности ИМТ-2020.

Пиковая скорость передачи данных

Максимальная достижимая скорость передачи данных для одного пользователя или устройства в идеальных условиях (Гбит/с).

Скорость передачи данных через пользовательский интерфейс

Скорость передачи данных, достижимая во всей зоне покрытия² для одного пользователя или устройства подвижной связи (Мбит/с или Гбит/с).

Задержка

Обусловленный радиосетью промежуток времени между моментом отправки пакета источником и моментом его приема получателем (мс).

Мобильность

Максимальная скорость, при которой может быть достигнуто заданное качество обслуживания и бесшовная передача данных между радиоузлами, которые могут относиться к разным уровням и технологиям радиодоступа (многоуровневые технологии/RAT) (км/ч).

Плотность подключения

Общее количество подключенных и доступных устройств на единицу площади (кв. км).

Энергетическая эффективность

Существует два аспекта энергетической эффективности:

- со стороны сети под этим понятием подразумевается количество полученной от пользователей или переданной пользователям информации в битах на единицу энергопотребления в сети радиодоступа (RAN) (бит на джоуль);
- со стороны устройства под этим понятием подразумевается количество информации в битах на единицу энергопотребления в модуле связи (бит на джоуль).

Эффективность использования спектра

Средняя скорость передачи данных на единицу ресурсов спектра и на соту³ (бит/с/Гц).

Пропускная способность по географическому признаку

Суммарная пропускная способность в географическом районе (Мбит/с/м²).

Ожидается, что качество услуг, предоставляемых пользователям системами ИМТ-2020, будет в максимально возможной степени соответствовать характеристикам фиксированных сетей. Улучшить качество обслуживания планируется за счет увеличения пиковой скорости передачи данных, а также скорости передачи данных через пользовательский интерфейс, повышения эффективности использования спектра, сокращения времени задержки и улучшения поддержки мобильности.

В дополнение к общепринятым схемам связи человек-человек и человек-машина в рамках ИМТ-2020 планируется внедрить концепцию интернета вещей. Ее суть заключается в объединении множества "умных" устройств в систему, способную взаимодействовать без вмешательства человека.

Системы ИМТ-2020 должны обладать этими функциональными возможностями в целях обеспечения устойчивости и доступности ИМТ-систем будущего, не вызывая при этом чрезмерного потребления энергии, а также роста стоимости сетевого оборудования и затрат на развертывание.

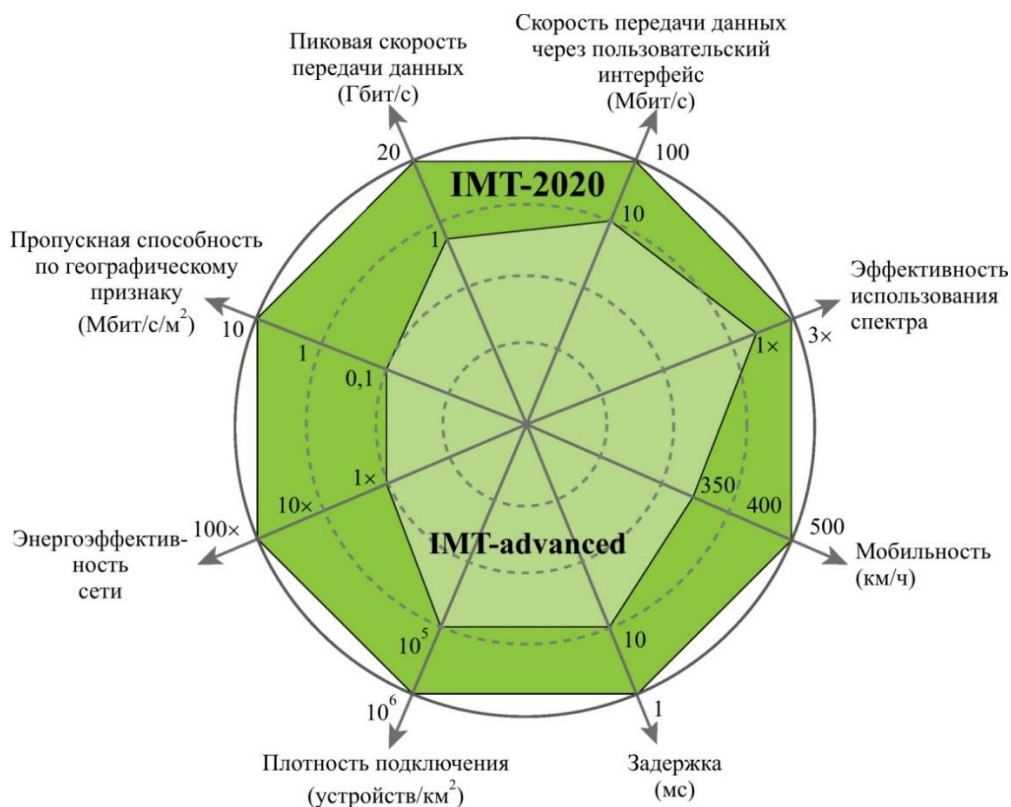
Ключевые характеристики ИМТ-2020 в сравнении с ИМТ-Advanced показаны на рисунке 3.

² Понятие "вся зона покрытия" охватывает определенную территорию с устойчивым приемом сигнала и не относится ко всему региону или стране.

³ Зона покрытия радиосвязи, в пределах которой мобильное пользовательское устройство может поддерживать соединение с одной или несколькими единицами радиооборудования, расположенными в данной зоне. Для отдельной базовой станции это зона радиопокрытия базовой станции или подсистемы (например, секторной антенны).

РИСУНОК 3

Улучшение ключевых характеристик систем от IMT-Advanced до IMT-2020



M.2083-03

Значения на приведенном выше рисунке являются предметом исследования и оценки в применении к системам IMT-2020 и могут в дальнейшем дорабатываться в других Рекомендациях МСЭ-R, а также могут быть пересмотрены в свете будущих исследований. Цели и задачи описаны ниже.

Ожидается, что пиковая скорость передачи данных в IMT-2020 для систем усовершенствованной подвижной широкополосной связи достигнет 10 Гбит/с. Однако при определенных условиях и сценариях системы IMT-2020 смогут поддерживать пиковую скорость передачи данных до 20 Гбит/с, как показано на рисунке 3. IMT-2020 будет поддерживать обеспечение пользователям разных скоростей передачи данных, охватывая широкий диапазон условий окружающей среды для систем усовершенствованной подвижной широкополосной связи. Для сценариев с широкими зонами охвата, например в городских и пригородных районах, ожидается, что скорость передачи данных пользователям составит 100 Мбит/с. Для сценариев с беспроводными точками доступа ожидается, что скорость передачи данных пользователям достигнет более высоких значений (например, 1 Гбит/с внутри помещений).

Ожидается, что эффективность использования спектра будет в три раза выше, чем у систем IMT-Advanced для усовершенствованной подвижной широкополосной связи. Достижимое повышение эффективности систем IMT-Advanced будет разным для различных сценариев (например, может быть выше в пять раз, что является предметом дальнейшего исследования). Ожидается, что IMT-2020 будет поддерживать емкость трафика на уровне 10 Мбит/с/м², например, в сценариях с беспроводными точками доступа.

Энергопотребление сети радиодоступа IMT-2020 не должно превышать значений для IMT, действующих в настоящий момент, по мере того как характеристики системы будут улучшаться. Энергоэффективность сети должна быть повышена как минимум настолько, насколько будет улучшена пропускная способность IMT-2020 относительно IMT-Advanced для усовершенствованной подвижной широкополосной связи.

IMT-2020 сможет обеспечить задержку передачи беспроводных сигналов в пределах 1 мс, что позволяет оказывать услуги, требующие сверхмалой задержки. Кроме того, ожидается, что IMT-2020 обеспечит высокую мобильность (до 500 км/ч), сохраняя приемлемое качество обслуживания. Это станет особенно актуальным для обеспечения связи в скоростных поездах.

И наконец, ожидается, что IMT-2020 будет поддерживать плотность соединения до $10^6/\text{км}^2$, например, в крупномасштабных сетях межмашинной связи.

Эталонные значения пиковой скорости передачи данных, мобильности, эффективности использования спектра и запаздывания для IMT-Advanced, показанные на рисунке 3, получены из Отчета МСЭ-R М.2134. Отчет был опубликован в 2008 году и использовался для оценки подходящих радиointерфейсов IMT-Advanced, представленных в Рекомендации МСЭ-R М.2012.

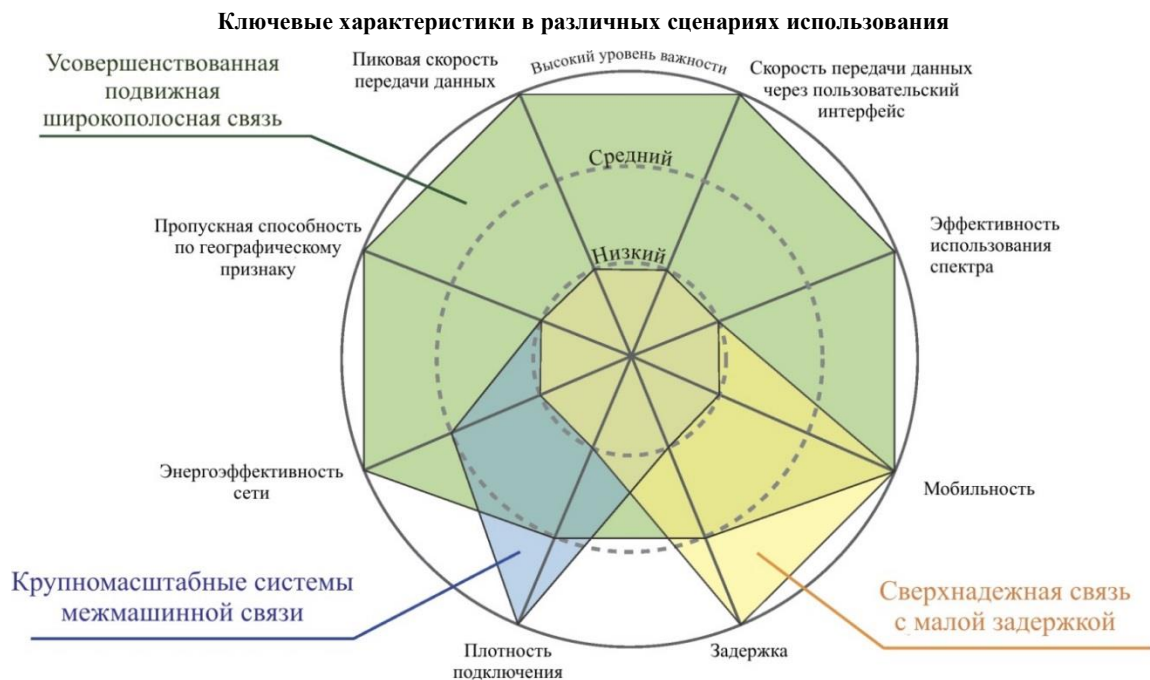
Как говорилось выше, в то время как все ключевые характеристики в определенной мере важны в большинстве сценариев использования, значимость конкретных ключевых характеристик может существенно различаться в зависимости от сценария использования. Важность каждой из ключевых характеристик для сценариев использования *усовершенствованной подвижной широкополосной связи, сверхнадежной передачи данных с малой задержкой и крупномасштабных сетей межмашинной связи* изображена на рисунке 4 при помощи индикативного масштабирования на трех уровнях – высокий, средний и низкий.

В сценарии усовершенствованной мобильной широкополосной связи важную роль играют такие параметры, как скорость передачи данных через пользовательский интерфейс, пропускная способность по географическому признаку, пиковая скорость передачи данных, мобильность, энергоэффективность и эффективность использования спектра. При этом мобильность и скорость передачи данных через интерфейс пользователя не являются в равной степени важными показателями во всех сценариях использования. Например, в сценарии с беспроводными точками доступа требуется более высокая скорость передачи данных через интерфейс пользователя, но более низкая мобильность по сравнению со сценарием покрытия широких зон.

В некоторых сценариях, предусматривающих сверхнадежную связь с низкой задержкой, наиболее важную роль играет низкая задержка. Примером могут служить области применения, в которых критична безопасность. Такие характеристики также необходимы в некоторых сценариях, требующих высокой мобильности, например, при обеспечении безопасности перевозок. При этом скорость передачи данных может быть не столь важна.

В сценарии крупномасштабных систем межмашинной связи необходима высокая плотность подключения, позволяющая поддерживать огромное количество устройств в сети, которые могут передавать информацию лишь периодически с низкой скоростью, а также с нулевой или очень низкой мобильностью. Для этого сценария необходимы недорогие устройства с длительным временем автономной работы.

РИСУНОК 4



M.2083-04

Для систем ИМТ-2020 могут также потребоваться и другие характеристики, благодаря которым ИМТ-системы будущего станут более гибкими, надежными и безопасными, предоставляя разнообразные услуги по запланированным сценариям использования.

Гибкость использования спектра и полос частот

Гибкость использования спектра и полос частот означает, что конструкция системы обладает достаточной гибкостью для работы по различным сценариями. В частности, речь идет о работе в различных диапазонах частот, в том числе на более высоких частотах и в более широких полосах пропускания по сравнению с уже действующими системами.

Надежность

Надежность означает способность системы предоставлять определенные услуги на очень высоком уровне готовности.

Отказоустойчивость

Отказоустойчивость – это способность сети корректно осуществлять свои функции после естественного или искусственного прерывания, например в результате отключения электропитания.

Безопасность и конфиденциальность

Безопасность и конфиденциальность относится к таким областям, как шифрование и защита целостности пользовательских данных и сигнализации, защита личных данных конечных пользователей, предотвращение несанкционированного отслеживания действий пользователей, а также защита сети от взлома, мошенничества, атака типа DoS и атака через посредника и т. д.

Время автономной работы

Время автономной работы – это время, в течение которого устройство может работать за счет накопленной энергии. Данный параметр особенно критичен для устройств межмашинной связи, в которых должны применяться батареи с длительным сроком службы (например, более 10 лет) и регулярное обслуживание которых затруднено по техническим или экономическим причинам.

6 Структура и задачи

Основной целью развития технологий ИМТ-2020 является удовлетворение предполагаемых потребностей пользователей услуг подвижной связи в период до 2020 года и далее. Планируемые характеристики систем ИМТ-2020, описанные в пункте 5, являются лишь предметом исследований и изучения и, возможно, будут разрабатываться в последующих Рекомендациях МСЭ. Кроме того, в дальнейшем они могут быть пересмотрены в свете будущих исследований. В данном разделе рассматриваются взаимосвязь между системами ИМТ-2020 и существующими системами ИМТ и другими системами доступа, планы-графики и главные направления исследований, которые можно представить как структуру и задачи развития ИМТ-2020.

6.1 Взаимосвязи

6.1.1 Взаимосвязь между существующими системами ИМТ и системами ИМТ-2020

Для поддержки вновь появляющихся сценариев и применений в период до 2020 года и далее предполагается, что развитие систем ИМТ-2020 приведет к появлению улучшенных характеристик, которые описаны в пункте 5. Параметры этих характеристик выходят за рамки значений, представленных в Рекомендации МСЭ-R М.1645. Минимальные технические требования (и соответствующие критерии оценки), которые должны быть определены МСЭ-R на основе характеристик систем ИМТ-2020, могут быть удовлетворены путем совершенствования существующих систем ИМТ, например, при помощи разработки новых технических сегментов и наборов функций, а также развития новых технологий радиointерфейса.

Кроме того, системы ИМТ-2020 будут взаимодействовать с существующими системами ИМТ и их модификациями и дополнять их.

6.1.2 Взаимосвязь между ИМТ-2020 и другими системами доступа

Пользователи должны иметь доступ к услугам в любом месте и в любое время. Для достижения этой цели необходимо взаимодействие между различными технологиями доступа, которое может включать комбинацию различных фиксированных, наземных и спутниковых сетей. Каждый сегмент должен выполнять возложенную на него задачу, но помимо этого он должен быть интегрирован или способен взаимодействовать с другими сегментами, что позволит обеспечить повсеместное бесшовное покрытие.

Системы ИМТ-2020 будут взаимодействовать с другими радиосистемами, такими как сети RLAN, широкополосный беспроводный доступ, сети широкополосного радиовещания, а также с их будущими модификациями. Системы ИМТ должны также тесно взаимодействовать с другими радиосистемами, что позволит обеспечить оптимальное и экономически эффективное подключение пользователей.

6.2 Планы-графики

В процессе планирования развития ИМТ-2020 и будущей модернизации существующих систем ИМТ необходимо составить планы-графики их реализации на основе следующих факторов:

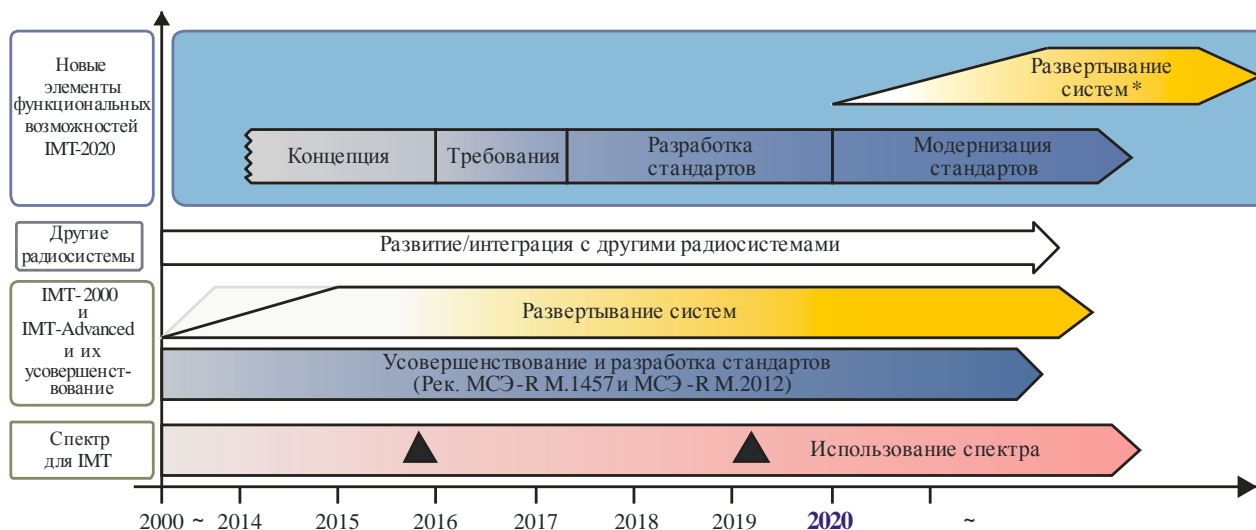
- тенденций, технических требований и запросов пользователей;
- технических характеристик и развития технологий;
- разработки и модернизации стандартов;
- вопросов использования спектра;
- нормативно-законодательных аспектов;
- развертывания систем.

Все эти факторы взаимосвязаны. Первые пять из них входят сегодня и в дальнейшем в компетенцию МСЭ. Разработка и развертывание систем относятся к практическим аспектам внедрения новых систем с учетом необходимости минимизировать дополнительные вложения в инфраструктуру и обеспечить время, достаточное для освоения пользователями услуг, предоставляемых новыми

системами, МСЭ планирует завершить работу по стандартизации систем ИМТ-2020 не позднее 2020 года, что позволит членам МСЭ с 2020 года приступить к внедрению этих систем.

Планы-графики, построенные на основе указанных факторов, приведены на рисунке 5. В процессе обсуждения этапов и планов-графиков реализации ИМТ-2020 необходимо определить сроки завершения разработки стандартов, сроки доступности нужных участков спектра и сроки возможного начала внедрения.

РИСУНОК 5
Этапы и ожидаемые сроки их реализации для ИМТ-2020



Наклонные пунктирные линии в блоке "Развертывание систем" означают, что точное время начала этапа на данный момент не определено.

▲ – Возможное определение спектра на ВКР-15 и ВКР-19

* – Системы, удовлетворяющие техническим требованиям ИМТ-2020, в ряде стран могут быть разработаны до 2020 года. Возможное развертывание в ряде стран до 2020 года (включая экспериментальные системы)

М.2083-05

6.2.1 Среднесрочный период

В среднесрочный период (примерно до 2020 г.) предполагается, что системы ИМТ-2000 и ИМТ-Advanced будут развиваться на основе постоянной модернизации систем, внедренных на первых этапах, в соответствии с требованиями рынка по удовлетворению запросов пользователей и согласно возможностям существующих технологий. На данном этапе будет преобладать рост объема трафика в пределах действующих участков спектра ИМТ. Развитие систем ИМТ-2000 и ИМТ-Advanced в этот период времени будет характеризоваться постепенными или эволюционными изменениями в существующих спецификациях радиоинтерфейсов ИМТ-2000 и ИМТ-Advanced (см. Рекомендации МСЭ-R М.1457 для ИМТ-2000 и МСЭ-R М.2012 для ИМТ-Advanced соответственно).

Предполагается, что полосы частот, определенные на ВКР, будут доступны для систем ИМТ в течение этого периода времени в зависимости от потребностей пользователей и других факторов.

6.2.2 Долгосрочный период

В долгосрочный период (который начнется примерно в 2020 г.) предполагается, что будут представлены системы ИМТ-2020, которые могут внедряться начиная с 2020 года в ряде стран. Предполагается, что системы ИМТ-2020 будут обладать улучшенными характеристиками, описанными в пункте 5, и в связи с этим потребуют дополнительных рабочих полос частот.

6.3 Главные направления для дальнейших исследований

Научно-исследовательским форумам и другим сторонним организациям, которые намереваются внести вклад в будущее развитие систем ИМТ-2020, настоятельно рекомендуется уделить основное внимание следующим направлениям:

- a) радиointерфейс(ы) и их функциональная совместимость;
 - b) проблемы, связанные с сетями доступа;
 - c) вопросы, связанные с использованием спектра;
 - d) характеристики трафика.
-