|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| A close up of a sign  Description automatically generated | **Всемирная конференция радиосвязи (ВКР-23) Дубай, 20 ноября – 15 декабря 2023 года** | |  |
|  | |  | |
|  | |  | |
| **ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ** | | **Дополнительный документ 1 к Документу 44(Add.2)-R** | |
|  | | **26 июня 2023 года** | |
|  | | **Оригинал: английский** | |
|  | | | |
| Государства – члены Межамериканской комиссии по электросвязи (СИТЕЛ) | | | |
| ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ | | | |
|  | | | |
| Пункт 1.2 повестки дня | | | |

1.2 в соответствии с Резолюцией **245 (ВКР‑19)**, рассмотреть вопрос об определении полос частот 3300−3400 МГц, 3600−3800 МГц, 6425−7025 МГц, 7025−7125 МГц и 10,0−10,5 ГГц для Международной подвижной электросвязи (IMT), включая возможные дополнительные распределения подвижной службе на первичной основе;

Часть 1 – Полоса частот 3300−3400 МГц

Базовая информация

Подвижная широкополосная связь играет важнейшую и основополагающую роль в обеспечении доступа к информации для предприятий и потребителей во всем мире. Пользователям подвижной широкополосной связи также требуются более высокие скоростей передачи данных, и они все чаще используют мобильные устройства для доступа к аудиовизуальному контенту. Отрасль подвижной связи продолжает внедрять технологические инновации, чтобы удовлетворять этим меняющимся требованиям пользователей. В 2020 году, первом году пандемии, число пользователей интернета выросло на 10,2% – наиболее значительный прирост за десятилетие, бóльшая часть которого приходится на развивающиеся страны, где использование интернета увеличилось на 13,3%. По оценкам МСЭ, число действующих контрактов на подвижную сотовую телефонную связь на 100 жителей продолжает активно расти, достигнув 110 контрактов на 100 жителей, включая рекордное число контрактов на подвижную связь с возможностью широкополосной связи (3G или выше)[[1]](#footnote-1)1. Девяносто пять процентов населения мира живут в пределах досягаемости услуг подвижной широкополосной связи, а относительно небольшая разница в количестве контрактов между развитыми и развивающимися странами свидетельствует о том, что возможность установления соединений является приоритетом для жителей всех странах на всех уровнях развития1.

Развитие Международной подвижной электросвязи (IMT), обеспечивающей предоставление услуг беспроводной связи в мировом масштабе, способствовало глобальному экономическому и социальному развитию. В настоящее время системы IMT развиваются для обеспечения таких применений, как усовершенствованная подвижная широкополосная связь, потоковая связь машинного типа и сверхнадежная передача данных с малой задержкой.

Спрос на подвижные беспроводные широкополосные применения, такие как IMT, продолжает стремительно расти, как и потребность в доступе к радиочастотному спектру для обеспечения этого роста[[2]](#footnote-2)2. Пятое поколение (5G) обеспечивает повышенную скорость передачи данных и сокращение времени задержки. Важно отметить, что технология 5G была разработана для расширения возможностей ее использования в широком спектре отраслей, включая здравоохранение, транспорт, промышленность, образование и телемедицину; ожидается, что 5G окажет существенное влияние на экономику и общество. Признавая необходимость рассмотрения возможности выделения дополнительных полос частот среднеполосного спектра с благоприятным сочетанием покрытия и пропускной способности в диапазоне 3300 МГц − 10,5 ГГц для поддержки наземного сегмента IMT, ВКР-19 утвердила пункт 1.2 повестки дня ВКР-23. МСЭ-R, организации по разработке стандартов и представители отрасли продолжают работу по развитию IMT-2020.

Пункт 1.2 повестки дня ВКР-23 (Резолюция **245 (ВКР-19)**) призывает к проведению исследования совместного использования частот и совместимости в целях обеспечения защиты служб, которым данная полоса частот распределена на первичной основе, без наложения дополнительных регламентарных и технических ограничений на эти службы, а также в соответствующих случаях на службы в соседних полосах для следующих полос частот:

– 3300−3400 МГц и 3600−3800 МГц (Район 2);

– 3300−3400 МГц (внесение поправок в примечание для Района 1);

– 7025−7125 МГц (на глобальном уровне);

– 6425−7025 МГц (Район 1);

– 10,0−10,5 ГГц (Район 2).

3300−3400 МГц

Полоса частот 3300−3400 МГц является частью стандартизированного на глобальном уровне диапазона для 5G. В рамках 3GPP разработаны спецификации (n77 или полоса частот 3,3–4,2 ГГц) для работы в этих полосах как технологии долгосрочного развития (LTE), так и 5G NR, и в мире уже развернуто значительное количество сетей, а также создана необходимая экосистема для их развертывания. Семьдесят процентов, или почти 140 операторов инвестируют в развертывание сетей 5G в этом диапазоне. Полоса 3300−3400 МГц также включена в существующие планы размещения частот, согласованные в рамках СИТЕЛ[[3]](#footnote-3)3 и МСЭ-R[[4]](#footnote-4)4. Для Района 2 распределение на первичной основе подвижной службе и определение для IMT осуществляются в соответствии с примечаниями пп. **5.429C** и **5.429D** Регламента радиосвязи соответственно, в других районах распределение на первичной основе подвижной службе осуществляется в соответствии с пп. **5.429**, **5.429A** и **5.429C**, а определение для IMT – в соответствии с пп. **5.429B** и **5.429E**.

Предложения

СТАТЬЯ 5

Распределение частот

Раздел IV – Таблица распределения частот  
(См. п. 2.1)

MOD IAP/44A2A1/1#1353

2700–3600 МГц

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Распределение по службам | | |
| Район 1 | Район 2 | Район 3 |
| 3 300–3 400  РАДИОЛОКАЦИОННАЯ | 3 300–3 400  ПОДВИЖНАЯ, за исключением воздушной подвижной ADD 5.A12  РАДИОЛОКАЦИОННАЯ  Любительская  Фиксированная | 3 300–3 400  РАДИОЛОКАЦИОННАЯ  Любительская |
| 5.149 5.429 5.429А 5.429В 5.430 | 5.149 MOD 5.429С MOD 5.429D | 5.149 5.429 5.429Е 5.429F |

**Основания**: Определение среднеполосного частотного спектра для IMT необходимо для решения задач цифровизации (например, "умных" устойчивых городов, промышленности) и преодоления цифрового разрыва в регионе Северной и Южной Америки.

MOD IAP/44A2A1/2#1351

5.429С *Другая категория службы*:  в Аргентине, Бразилии, Доминиканской Республике, Гватемале, Мексике, Парагвае и Уругвае полоса частот 3300–3400 МГц распределена также фиксированной службе на первичной основе. Станции фиксированной службы, работающие в полосе частот 3300−3400 МГц, не должны создавать вредных помех станциям, работающим в радиолокационной службе, и требовать защиты от них.     (ВКР‑23)

**Основания**: Определение среднеполосного частотного спектра для IMT необходимо для решения задач цифровизации (например, "умных" устойчивых городов, промышленности) и преодоления цифрового разрыва в регионе Северной и Южной Америки.

MOD IAP/44A2A1/3

5.429D В Районе 2:  использование подвижной, за исключением воздушной подвижной, службы в полосе частот 3300−3400 МГц определено для внедрения Международной подвижной электросвязи (IMT). Такое использование должно осуществляться в соответствии с Резолюцией **223 (Пересм. ВКР-19)**. В Аргентине, Парагвае и Уругвае такое использование осуществляется при условии применения п. **9.21**. Станции IMT в подвижной службе, использующие полосу частот 3300−3400 МГц, не должны создавать вредных помех системам радиолокационной службы и требовать защиты от них, и администрации, желающим внедрить IMT, должны добиться согласия соседних стран для защиты операций в рамках радиолокационной службы. Данное определение не препятствует использованию этой полосы частот каким-либо применением служб, которым она распределена, и не устанавливает приоритета в Регламенте радиосвязи.     (ВКР‑23)

**Основания**: Внесение изменений в п. 5.429 D РР с целью распространения его действия на весь Район 2.

ADD IAP/44A2A1/4

5.A12 Станции подвижной (за исключением воздушной подвижной) службы, работающие в полосе частот 3300−3400 МГц в Районе 2, не должны создавать вредных помех системам, работающим в радиолокационной службе, или требовать защиты от них.     (ВКР-23)

**Основания**: Определение среднеполосного частотного спектра для IMT необходимо для решения задач цифровизации (например, "умных" устойчивых городов, промышленности) и преодоления цифрового разрыва в регионе Северной и Южной Америки.

MOD IAP/44A2A1/5

РЕЗОЛЮЦИЯ 223 (Пересм. ВКР-23)

Дополнительные полосы частот, определенные   
для Международной подвижной электросвязи

Всемирная конференция радиосвязи (Дубай, 2023 г.),

учитывая,

*a)* что Международная подвижная электросвязь (IMT), включая IMT‑2000, IMT‑Advanced и IMT-2020, представляет собой принятую МСЭ концепцию глобального подвижного доступа;

*b)* что системы IMT обеспечивают услуги электросвязи во всемирном масштабе, независимо от местоположения, сети или используемого терминала;

*c)* что IMT обеспечивает доступ к широкому кругу услуг электросвязи, обеспечиваемых фиксированными сетями электросвязи (например, коммутируемая телефонная сеть общего пользования (КТСОП)/цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС), высокоскоростной доступ к интернету), и к другим услугам, которые специфичны для подвижных пользователей;

*d)* что технические характеристики IMT указаны в Рекомендациях Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-R) и Сектора стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ‑Т), включая Рекомендации МСЭ-R М.1457 и МСЭ-R М.2012, в которых содержатся подробные технические требования к наземным радиоинтерфейсам IMT;

*e)* что развитие IMT в настоящее время исследуется в МСЭ-R;

*f)* что на ВКР-2000 при рассмотрении потребностей IMT‑2000 в спектре внимание было сконцентрировано на полосах частот ниже 3 ГГц;

*g)* что на ВАРК-92 и согласно положениям Резолюции **212 (Пересм. ВКР‑19)** в п. **5.388** для IMT‑2000 было определено 230 МГц спектра в полосах частот 1885–2025 МГц и 2110–2200 МГц, включая полосы частот 1980–2010 МГц и 2170–2200 МГц для спутникового сегмента IMT-2000;

*h)* что со времени проведения ВАРК-92 произошло значительное развитие подвижной связи, включая рост спроса на широкополосные мультимедийные возможности;

*i)* что полосы частот, определенные для IMT, в настоящее время используются системами подвижной связи или применениями других служб радиосвязи;

*j)* что в Рекомендации МСЭ-R М.1308 рассматриваются вопросы развития существующих систем подвижной связи в направлении IMT-2000 и что в Рекомендации МСЭ-R M.1645 рассматривается развитие систем IMT и планируется их будущее развитие;

*k)* что желательны согласованные на всемирной основе полосы частот для IMT в целях обеспечения глобального роуминга и преимуществ, обусловленных экономией от масштаба;

*l)* что полосы частот 1710–1885 МГц, 2500–2690 МГц и 3300−3400 МГц согласно соответствующим положениям Регламента радиосвязи распределены разным службам;

*m)* что полоса частот 2300–2400 МГц распределена подвижной службе на равной первичной основе в трех Районах МСЭ;

*n)* что полоса частот 2300–2400 МГц или ее участки широко используются в ряде администраций другими службами, включая воздушную подвижную службу (ВПС) для телеметрии, согласно соответствующим положениям Регламента радиосвязи;

*о)* что IMT уже развернута или рассматривается с целью ее развертывания в некоторых странах в полосах частот 1710–1885 МГц, 2300–2400 МГц и 2500–2690 МГц и соответствующее оборудование легко доступно;

*p)* что полосы частот 1710–1885 МГц, 2300–2400 МГц и 2500–2690 МГц или их участки определены для использования администрациями, желающими внедрить IMT;

*q)* что технический прогресс и потребности пользователей будут содействовать внедрению инноваций и ускорять предоставление потребителям перспективных применений связи;

*r)* что изменения в технологии могут привести к дальнейшему развитию применений связи, включая IMT;

*s)* что своевременная доступность спектра имеет важное значение для поддержки будущих применений;

*t)* что, как предусматривается, системы IMT обеспечат повышенные пиковые скорости передачи данных и пропускную способность, для которых, возможно, потребуется большая ширина полосы;

*u)* что в исследованиях МСЭ-R прогнозируется возможная потребность в дополнительном спектре для обеспечения будущих служб IMT, а также для удовлетворения будущих потребностей пользователей и для развертывания сетей;

*v)* что полоса частот 1427−1429 МГц распределена подвижной, за исключением воздушной подвижной, службе во всех трех Районах на первичной основе;

*w)* что полоса частот 1429−1525 МГц распределена подвижной службе в Районах 2 и 3 и подвижной, за исключением воздушной подвижной, службе в Районе 1 на первичной основе;

*x)* что полоса частот 1518−1559 МГц распределена во всех трех Районах подвижной спутниковой службе (ПСС) на первичной основе[[5]](#footnote-5)1;

*y)* что ВКР-15 определила полосу частот 1427−1518 МГц для использования администрациями, желающими внедрить наземные системы IMT;

*z)* что существует необходимость обеспечения непрерывной работы ПСС в полосе частот 1518−1525 МГц;

*aa)* что необходимо провести исследование надлежащих технических мер, способствующих совместимости по соседней полосе частот ПСС в полосе частот 1518−1525 МГц и IMT в полосе частот 1492−1518 МГц;

*ab)* Отчет МСЭ-R RA.2332 по исследованиям совместимости и совместного использования частот радиоастрономической службой и системами IMT в полосах частот 608−614 МГц, 1330−1400 МГц, 1400−1427 МГц, 1610,6−1613,8 МГц, 1660−1670 МГц, 2690−2700 МГц, 4800−4990 МГц и 4990−5000 МГц;

*ac)* что в пп. **5.429В**, **5.429D** и **5.429F** ВКР-15, ВКР-19 и ВКР-23 определили полосу частот 3300−3400 МГц для использования администрациями, желающими внедрить наземные системы IMT;

*ad)* что полоса частот 3300–3400 МГц распределена во всем мире на первичной основе радиолокационной службе;

*ae)* что ряд администраций используют полосу частот 3300−3400 МГц или участки этой полосы, которая распределена фиксированной и подвижной службам на первичной основе в п. **5.429**;

*af)* что полоса частот 4800−4990 МГц распределена во всем мире подвижной и фиксированной службам на первичной основе;

*ag)* что в странах, перечисленных в пп. **5.441А** и **5.441В**, ВКР‑15 и настоящая Конференция определили полосу частот 4800−4990 МГц для использования администрациями, желающими внедрить наземные системы IMT;

*ah)* что администрациями на национальном уровне могут быть рассмотрены надлежащие технические меры, способствующие совместимости по соседней полосе частот радиоастрономических приемников в полосе частот 4990−5000 МГц и систем IMT в полосе частот 4800−4990 МГц;

*ai)* что в Отчете МСЭ‑R M.2481 рассматриваются исследования сосуществования и совместимости систем IMT в полосе частот 3300−3400 МГц и радиолокационных систем в полосе частот 3100−3400 МГц при работе в одной полосе и соседних полосах, и что в рамках подготовки к ВКР-23 были проведены дополнительные исследования;

*aibis)* что разработка новых Рекомендаций и/или Отчетов МСЭ-R могла бы обеспечить руководящие указания для оказания поддержки администрациям, планирующим внедрение IMT, в условиях работы радиолокационной службы в соседних странах в полосе частот 3300–3400 МГц,

подчеркивая,

*a)* что администрациям должна быть предоставлена гибкость:

– для определения на национальном уровне количества спектра, который следует предоставить IMT в рамках определенных для нее полос частот;

– для разработки при необходимости собственных переходных планов, предназначенных для обеспечения конкретного развертывания своих существующих систем;

– для получения возможности использования определенных для IMT полос частот всеми службами, имеющими распределения в этих полосах частот;

– для определения времени доступности и использования определенных для IMT полос частот с целью удовлетворения конкретных требований пользователей и других национальных потребностей;

*b)* что должны удовлетворяться конкретные потребности развивающихся стран;

*c)* что в Рекомендации МСЭ-R М.819 содержится описание поставленных перед IMT‑2000 целей по удовлетворению потребностей развивающихся стран,

отмечая

*a)* Резолюции **224 (Пересм. ВКР-19)** и **225 (Пересм. ВКР-12)**, которые также относятся к IMT;

*b)* что последствия совместного использования частот службами, работающими в полосах частот, определенных для IMT в п. **5.384A**, в зависимости от случая, требуют дальнейшего исследования в МСЭ-R;

*c)* что в отношении доступности полосы частот 2300–2400 МГц для IMT в настоящее время во многих странах проводятся исследования, результаты которых могут повлиять на использование данных полос частот в этих странах;

*d)* что в связи с разными потребностями не всем администрациям могут понадобиться все полосы частот IMT, определенные на ВКР-07, или вследствие использования этих полос частот существующими службами либо инвестирования в эти службы они не смогут реализовать IMT во всех данных полосах частот;

*e)* что спектр для IMT, определенный на ВКР-07, может не в полной мере удовлетворять ожидаемые потребности некоторых администраций;

*f)* что работающие в настоящее время системы подвижной связи могут развиваться в направлении IMT в их существующих полосах частот;

*g)* что такие службы, как фиксированная служба, подвижная служба (системы второго поколения), служба космической эксплуатации, служба космических исследований и ВПС, уже действуют или планируются к вводу в действие в полосе частот 1710–1885 МГц или в ее участках;

*h)* что в полосе частот 2300–2400 МГц или ее участках есть службы, такие как фиксированная, подвижная, любительская и радиолокационная службы, которые уже действуют в настоящее время или планируются к вводу в действие в будущем;

*i)* что такие службы, как радиовещательная спутниковая служба (РСС), РСС (звуковая), ПСС (в Районе 3) и фиксированная служба (включая системы распределения по многим пунктам/связи со многими пунктами), уже действуют или планируются к вводу в действие в полосе частот 2500−2690 МГц или в ее участках;

*j)* что определение нескольких полос частот для IMT позволяет администрациям выбирать наилучшую полосу частот или участки полос с учетом своих обстоятельств;

*k)* что может потребоваться дополнительное исследование технических и эксплуатационных мер, которые касаются совместимости при работе в соседних полосах частот систем IMT, работающих на частотах ниже 3400 МГц, и земных станций фиксированной спутниковой службы (ФСС), работающих на частотах выше 3400 МГц;

*l)* что в МСЭ-R была определена дополнительная работа по рассмотрению дальнейших разработок в IMT;

*m)* что, как ожидается, наземные радиоинтерфейсы IMT, определенные в Рекомендациях МСЭ‑R М.1457 и МСЭ-R М.2012, будут разрабатываться в рамках МСЭ-R таким образом, что превзойдут первоначально заданные параметры интерфейсов, с тем чтобы предоставлять усовершенствованные услуги и услуги, превосходящие те из них, которые были предусмотрены в первоначальной реализации;

*n)* что определение какой-либо полосы частот для IMT не означает установления приоритета в Регламенте радиосвязи и не препятствует использованию этой полосы частот любым применением служб, которым она распределена;

*o)* что положения пп. **5.317А**, **5.384A**, **5.388**, **5.429B**, **5.429D**, **5.429F**, **5.441A** и **5.441B** не препятствуют возможности выбора администрациями других технологий для реализации в полосах частот, определенных для IMT исходя из национальных потребностей,

признавая,

что для некоторых администраций единственным способом внедрения IMT была бы реорганизация использования спектра, что требует существенных финансовых инвестиций,

решает

1 предложить администрациям, планирующим внедрить IMT, предоставить, исходя из требований пользователей и других национальных аспектов, дополнительные полосы частот или участки полос выше 1 ГГц, определенные в пп. **5.341B**, **5.384A**, **5.429B**, **5.429D**, **5.429F**, **5.441A** и **5.441B**, для наземного сегмента IMT; следует надлежащим образом принять во внимание преимущества согласованного использования спектра для наземного сегмента IMT с учетом служб, которым эта полоса частот распределена в настоящее время;

2 признать, что различия в текстах пп. **5.341B**, **5.384А** и **5.388** не означают различий в регламентарном статусе;

3 что в полосах частот 4800−4825 МГц и 4835−4950 МГц для определения потенциально затрагиваемых администраций при применении процедуры получения согласия в соответствии с п. **9.21** со стороны станций IMT в отношении станций воздушного судна, применяется координационное расстояние от станции IMT до границы другой страны, равное 300 км (для сухопутной трассы)/450 км (для морской трассы);

4 что в полосе частот 4800−4990 МГц для определения потенциально затрагиваемых администраций при применении процедуры получения согласия в соответствии с п. **9.21** со стороны станций IMT в отношении станций фиксированной службы или других станций наземного базирования подвижной службы, применяется координационное расстояние от станции IMT до границы другой страны, равное 70 км;

5 что пределы плотности потока мощности (п.п.м.), указанные в п. **5.441B**, который подлежит пересмотру на ВКР‑23, не должны применяться к следующим странам: Армения, Бразилия, Камбоджа, Китай, Российская Федерация, Казахстан, Лаос (Н.Д.Р.), Узбекистан, Южно-Африканская Республика, Вьетнам и Зимбабве,

предлагает Сектору радиосвязи МСЭ

1 провести исследования совместимости, для того чтобы принять технические меры для обеспечения сосуществования ПСС в полосе частот 1518−1525 МГц и IMT в полосе частот 1492−1518 МГц, в том числе предоставить руководящие указания по реализации планов размещения частот для развертывания IMT в полосе частот 1427−1518 МГц, учитывая результаты этих исследований;

2 исследовать технические и регламентарные условия для защиты станций ВПС и морской подвижной службы (МПС), расположенных в международном воздушном пространстве или в международных водах (т. е. за пределами национальных территорий) и работающих в полосе частот 4800−4990 МГц;

3 продолжить предоставлять руководящие указания, для того чтобы обеспечить возможность удовлетворения потребностей в электросвязи развивающихся стран и сельских районов с помощью IMT;

3*bis* продолжить предоставлять руководящие указания администрациям, планирующим содействовать внедрению IMT в полосе частот 3300–3400 МГц, с учетом п. *aibis)* раздела *учитыва*я;

4 включить результаты исследований, указанных в разделе *предлагает Сектору радиосвязи МСЭ*, выше, в одну или несколько Рекомендаций МСЭ-R и Отчетов МСЭ-R, в зависимости от обстоятельств,

предлагает Всемирной конференции радиосвязи 2023 года

рассмотреть, основываясь на результатах исследований, о которых идет речь в разделе *предлагает Сектору радиосвязи МСЭ*, выше, возможные меры для обеспечения защиты в полосе частот 4800−4990 МГц станций ВПС и МПС, расположенных в международном воздушном пространстве и в международных водах, от других станций, расположенных в пределах национальных территорий, и рассмотреть критерии п.п.м. в п. **5.441B**.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. 1 <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/FactsFigures2021.pdf>. [↑](#footnote-ref-1)
2. 2 По прогнозам Ericsson, в ближайшие шесть лет общий объем трафика сетей подвижной связи увеличится в пять раз и к концу 2025 года достигнет 164 экзабайт в месяц. По данным Ericsson, сегодня смартфоны генерируют около 95% всего трафика данных подвижной связи, а к 2025 году сети 5G будут передавать около половины мирового трафика данных подвижной связи. См. Ericsson, Mobility Report at 20 (2020), <https://www.ericsson.com/49da93/assets/local/mobility-report/documents/2020/june2020-ericsson-mobility-report.pdf>. По оценкам Cisco, к 2022 году 22% мирового интернет-трафика будет приходиться на сети подвижной связи по сравнению с 12% в 2017 году. См. Cisco Systems Inc., Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017-2022 White Paper (2019), <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-738429.html>. [↑](#footnote-ref-2)
3. 3 ПКК.II/РЕК.54 (XXIX-17). [↑](#footnote-ref-3)
4. 4 Рек. МСЭ-R M.1036-6 (10/2019). [↑](#footnote-ref-4)
5. 1 Применимые пределы п.п.м. приведены в Таблице **21-4**. [↑](#footnote-ref-5)