

2-я Исследовательская комиссия Вопрос 7

Политика, руководящие указания, регуляторные нормы и оценки воздействия электромагнитных полей на человека



Отчет о результатах работы по Вопросу 7/2 МСЭ-D

**Политика, руководящие
указания, регуляторные
нормы и оценки воздействия
электромагнитных
полей на человека**

Исследовательский период 2018–2021 гг.



Политика, руководящие указания, регуляторные нормы и оценки воздействия электромагнитных полей на человека – Отчет о результатах работы по Вопросу 7/2 МСЭ-D за исследовательский период 2018–2021 годов

ISBN 978-92-61-34224-1 (электронная версия)

ISBN 978-92-61-34234-0 (версия EPUB)

ISBN 978-92-61-34244-9 (версия Mobi)

© Международный союз электросвязи, 2021 год

International Telecommunication Union, Place des Nations, CH-1211 Geneva, Switzerland

Некоторые права сохранены. Настоящая работа лицензирована для широкого применения на основе использования лицензии международной организации Creative Commons Attribution-Non-Commercial-ShareAlike 3.0 IGO licence (CC BY-NC-SA 3.0 IGO).

По условиям этой лицензии допускается копирование, перераспределение и адаптация настоящей работы в некоммерческих целях, при условии наличия надлежащих ссылок на настоящую работу. При любом использовании настоящей работы не следует предполагать, что МСЭ поддерживает какую-либо конкретную организацию, продукты или услуги. Не разрешается несанкционированное использование наименований и логотипов МСЭ. При адаптации работы необходимо в качестве лицензии на работу применять ту же или эквивалентную лицензию Creative Commons. При создании перевода настоящей работы следует добавить следующую правовую оговорку наряду с предлагаемой ссылкой: "Настоящий перевод не был выполнен Международным союзом электросвязи (МСЭ). МСЭ не несет ответственности за содержание или точность настоящего перевода. Оригинальный английский текст должен являться имеющим обязательную силу и аутентичным текстом". С дополнительной информацией можно ознакомиться по адресу: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/>

Предлагаемая ссылка. "Политика, руководящие указания, регуляторные нормы и оценки воздействия электромагнитных полей на человека" – Отчет о результатах работы по Вопросу 7/2 МСЭ-D за исследовательский период 2018–2021 годов. Женева: Международный союз электросвязи, 2021 год. Лицензия CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Материалы третьих сторон. Желающие повторно использовать содержащиеся в данной работе материалы, авторство которых принадлежит третьим сторонам, к примеру, таблицы, рисунки или изображения, несут ответственность за определение необходимости получения разрешения на такое повторное использование и получение разрешения от правообладателя. Риск, связанный с возможным предъявлением претензий в результате нарушения прав на любой компонент данной работы, принадлежащий третьим сторонам, несет исключительно пользователь.

Оговорки общего характера. Употребляемые обозначения, а также изложение материала в настоящей публикации не означают выражения какого бы то ни было мнения со стороны МСЭ или его Секретариата в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, или их властей, а также в отношении делимитации их границ.

Упоминание конкретных компаний или продуктов определенных производителей не означает, что они одобряются или рекомендуются МСЭ в предпочтение аналогичных другим компаниям или продуктам, которые не упоминаются. За исключением ошибок и пропусков названия проприетарных продуктов выделяются начальными заглавными буквами.

МСЭ принял все разумные меры для проверки информации, содержащейся в настоящей публикации. Тем не менее, публикуемый материал распространяется без каких-либо гарантий, четко выраженных или подразумеваемых. Ответственность за истолкование и использование материала несет читатель. Ни при каких обстоятельствах МСЭ не несет ответственности за ущерб, возникший в результате использования этого материала.

Фото на обложке: Shutterstock

Выражение признательности

Исследовательские комиссии Сектора развития электросвязи МСЭ (МСЭ-D) обеспечивают нейтральную платформу, где собираются эксперты из правительственных органов, компаний отрасли, организаций электросвязи и академических организаций со всего мира с целью разработки практических инструментов и ресурсов для решения проблем развития. В связи с этим обе исследовательские комиссии МСЭ-D отвечают за разработку отчетов, руководящих указаний и рекомендаций на основе вкладов, полученных от членов. Решения об определении Вопросы для исследования принимаются раз в четыре года на Всемирной конференции по развитию электросвязи (ВКРЭ). Члены МСЭ, собравшиеся на ВКРЭ-17 в Буэнос-Айресе в октябре 2017 года, согласовали для 2-й Исследовательской комиссии на период 2018–2021 годов семь Вопросы в рамках общей темы "Использование услуг и приложений информационно-коммуникационных технологий в целях содействия устойчивому развитию".

Общее руководство подготовкой настоящего отчета по Вопросу 7/2 "**Стратегии и политика, касающиеся воздействия электромагнитных полей на человека**" и координацию работы осуществлял руководящий состав 2-й Исследовательской комиссии МСЭ-D во главе с председателем г-ном Ахмадом Реза Шарафатом (Исламская Республика Иран), которому оказывали поддержку следующие заместители председателя: г-н Нассер Аль-Марзуки (Объединенные Арабские Эмираты) (сложил полномочия в 2018 г.), г-н Абдельазиз Альзаруни (Объединенные Арабские Эмираты), г-н Филипе Мигел Антунеш Батишта (Португалия) (сложил полномочия в 2019 г.), г-жа Нора Абдалла Хассан Башер (Судан), г-жа Мария Большакова (Российская Федерация), г-жа Селина Дельгадо Кастельон (Никарагуа), г-н Яков Гасс (Российская Федерация) (сложил полномочия в 2020 г.), г-н Ананда Радж Ханал (Республика Непал), г-н Роланд Йоу Кудози (Гана), г-н Толибджон Олтинович Мирзакулов (Узбекистан), г-жа Алина Модан (Румыния), г-н Генри Чуквудумеме Нкемаду (Нигерия), г-жа Ке Ван (Китай), г-н Доминик Вюрж (Франция).

Подготовкой Отчета руководили Содокладчики по Вопросу 7/2 Mr г-н Хаим Мазар (ATDI, Франция) (главы 1, 2 и 3), г-н Туннин У (Китай) (глава 4) и г-жа Дань Лю (Китай) (сложила полномочия в 2018 г.), с которыми сотрудничали следующие заместители Докладчика: г-жа Амината Нианг Диагне (Сенегал) (глава 7), г-н Грегори Домон (Гаити) (глава 5), г-н Р.М. Чатурведи (Индия) и г-н Енок Готиас (Центральноафриканская Республика), а также следующие активные авторы вкладов: г-н Майкл Миллиган (Mobile & Wireless Forum) (глава 6) и г-н Джек Роули (Ассоциация GSM) (Резюме).

Настоящий отчет был подготовлен при поддержке координаторов БРЭ, редакторов, а также группы по подготовке публикаций и секретариата исследовательских комиссий МСЭ-D.

Содержание

Выражение признательности	iii
Перечень таблиц и рисунков	vi
Резюме	vii
Сокращения и акронимы.....	ix
Глава 1 – Введение.....	1
1.1 Базовая информация	1
1.2 Сфера применения отчета.....	3
Глава 2 – Деятельность МСЭ	5
2.1 Резолюция 176 (Пересм. Дубай, 2018 г.) Полномочной конференции	5
2.2 Резолюция 62 (Пересм. Буэнос-Айрес, 2017 г.) ВКРЭ	5
2.3 Резолюция 72 ВАСЭ и итоговые документы по Вопросу 3/5 МСЭ-Т	6
Глава 3 – Обновленные международные пределы воздействия РЧ-ЭМП.....	7
3.1 Общие сведения.....	7
3.2 Действующие Руководства МКЗНИ 2010 и 2020 годов	8
3.2.1 Обзор	8
3.2.2 Пояснения к таблицам и рисункам в Руководствах МКЗНИ (2020 г.).....	9
3.3 Стандарт IEEE C95.1-2019	16
3.3.1 Контролируемые уровни: коэффициенты запаса для диапазона частот 100 кГц – 6 ГГц; тепловые эффекты.....	16
3.3.2 Контролируемые дозиметрические пределы и контролируемый уровень воздействия	17
3.3.3 Сравнение Руководств МКЗНИ 1998 года, стандарта IEEE 95.1-2019 и Руководств МКЗНИ 2020 года	20
3.4 Дополнительные международные справочные документы	23
3.4.1 Рекомендации МСЭ-Т серии К и добавления к ним	23
3.4.2 Отчет МСЭ-R SM.2452	24
3.4.3 Стандарты Международной электротехнической комиссии	25
3.4.4 Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE)	26
3.4.5 Резюме: примеры передового опыта, международные предельные уровни воздействия РЧ-ЭМП	26
Глава 4 – Политика, направленная на ограничение воздействия радиочастотных полей.....	27
4.1 Руководящие принципы регулирования на национальном уровне	27
4.2 Национальная практика обеспечения соблюдения предельных уровней воздействия.....	27
4.3 Воздействие ЭМП от сетей IMT-2020 (5G)	29
4.4 Воздействие излучения от других типов устройств малого радиуса действия, например Wi-Fi и Bluetooth.....	31
Глава 5 – Формулировка национальной политики в отношении предельных уровней воздействия ЭМП.....	32
5.1 Нормативно-правовая база	32
5.2 Установление стандартов.....	32
5.3 Оценка опасений, связанных с воздействием РЧ-ЭМП на человека	33
5.4 Информационно-разъяснительная работа среди населения	33
5.5 Предельные уровни воздействия вблизи детских садов, школ, больниц	34

5.6	Оценка воздействия РЧ-ЭМП вблизи от передатчиков	34
5.6.1	Расчет уровня воздействия РЧ-ЭМП	35
5.6.2	Измерение уровня воздействия РЧ-ЭМП	37
5.6.3	Публикация результатов на веб-сайтах	38
5.6.4	Упрощенные методы оценки для мест расположения базовых станций	38
Глава 6 – Воздействие на человека ЭМП от базовых станций и радиотелефонных трубок		39
6.1	Международное сравнение уровней воздействия базовых станций	39
6.2	Уровни воздействия от радиотелефонных трубок	41
6.3	Измерение SAR на национальном уровне	42
6.4	Воздействие РЧ на детей	43
Глава 7 – Исследования конкретных ситуаций		45
7.1	Общая информация	45
7.2	Инициативы отдельных стран	45
7.2.1	Пример Бурунди	45
7.2.2	Пример Центральноафриканской Республики	46
7.2.3	Пример Сенегала	46
7.2.4	Пример Китая	47
7.3	Сводка примеров передового опыта	48
Annexes		49
Annex 1: List of contributions and liaison statements received on Question 7/2		49

Перечень таблиц и рисунков

Таблицы

Таблица 1: (Таблица 1 МКЗНИ). Физические величины и соответствующие единицы системы СИ, используемые в этих Руководствах	9
Таблица 2: (Таблица 5 МКЗНИ). Контролируемые уровни воздействия, усредненные за <u>30 минут по всему телу</u>	10
Таблица 3 (Таблица 6 МКЗНИ). Контролируемые уровни <u>локального</u> воздействия, усредненные за <u>6 минут</u>	11
Таблица 4: Краткий обзор Руководств МКЗНИ (2020 г.) – основные ограничения	14
Таблица 5: (Таблица 5 С95.1-2019). Контролируемые дозиметрические пределы (DRL) в диапазоне частот 100 кГц – 6 ГГц.....	17
Таблица 6: (Таблица 6 С95.1-2019). DRL в диапазоне частот 6–300 ГГц	17
Таблица 7: (Таблица 7 С95.1-2019). Контролируемые уровни воздействия (ERL) в диапазоне частот 100 кГц – 300 ГГц.....	18
Таблица 8: (Таблица 8 С95.1-2019). ERL в <u>регламентированных</u> условиях в диапазоне частот 100 кГц – 300 ГГц.....	19
Таблица 9: Список примеров передового опыта.....	48

Рисунки

Рисунок 1: Показатель числа контрактов на подвижную сотовую телефонную связь во всем мире	3
Рисунок 2: <u>Усредненные по всему телу</u> контролируемые уровни воздействия <u>на население</u> согласно Руководствам МКЗНИ 1998, 2010 и 2020 годов	12
Рисунок 3: Контролируемые уровни <u>локального</u> воздействия <u>на население</u> на протяжении <u>6 мин. и более</u> согласно Руководствам МКЗНИ 2020 года	13
Рисунок 4: <u>Усредненные по всему телу</u> контролируемые уровни воздействия для работников на <u>производстве</u> согласно Руководствам МКЗНИ 1998, 2010 и 2020 годов	13
Рисунок 5: Контролируемые уровни <u>локального</u> воздействия на протяжении <u>6 мин. и более</u> для работников на <u>производстве</u> согласно Руководствам МКЗНИ 2020 года	14
Рисунок 6: Сравнение уровней <u>плотности потока мощности</u> при воздействии в производственных условиях и на население в диапазоне частот 30 МГц – 300 ГГц из Таблицы 5 Руководств МКЗНИ 2020 года	15
Рисунок 7: Сравнение уровней <u>напряженности электрического поля</u> при воздействии в производственных условиях и на население в диапазоне частот 0,1–2000 МГц из Таблицы 5 Руководств МКЗНИ 2020 года, ограниченных ниже ≈ 7 МГц согласно Таблицам 3 и 4 из Руководства МКЗНИ 2010 года.....	15
Рисунок 8: Сравнение уровней воздействия на <u>население</u> и <u>в производственных условиях</u> из Таблицы 6 Руководств МКЗНИ 2020 года	16
Рисунок 9: (Рисунок 3 С95.1-2019). ЭМП и плотность потока мощности в <u>нерегламентированных</u> условиях	18
Рисунок 10: (Рисунок 4 С95.1-2019). ЭМП и плотность потока мощности в <u>регламентированных</u> условиях.....	20
Рисунок 11: Контролируемые пределы (RL), установленные Руководствами МКЗНИ и стандартом IEEE в отношении воздействия в производственных условиях	21
Рисунок 12: Предельные уровни воздействия на все тело и локального воздействия, установленные стандартом IEEE С95.1-2019 и Руководствами МКЗНИ (2020 г.).....	21
Рисунок 13: Контролируемые уровни, установленные Руководствами МКЗНИ 1998 года, стандартом IEEE 2019 года и Руководствами МКЗНИ 2020 года в отношении воздействия на население	22
Рисунок 14: Трехмерное изображение контуров воздействия ЦТВ на население и его профессионального воздействия	36
Рисунок 15: Двухмерное спутниковое изображение расстояния воздействия сотовой сети	37
Рисунок 16: Данные исследований РЧ-ЭМП (20 стран)	40
Рисунок 17: Результаты измерения напряженности электрического поля в вольтах на метр вблизи 98 малых сотовых станций.....	41

Резюме

Настоящий отчет по Вопросу МСЭ-D 7/2 ("Политика, руководящие указания, регуляторные нормы и оценки воздействия электромагнитных полей на человека"), составленный Сектором развития электросвязи МСЭ (МСЭ-D), охватывает область специальных знаний и ссылается на научные экспертные органы и их мнения для обеспечения контекста. Он имеет большое значение для директивных органов, поскольку излишне ограничительные меры политики, регуляторные нормы и подходы оказывают негативное воздействие на предоставление услуг радиосвязи. Существует множество исследований, посвященных рискам воздействия радиочастотных электромагнитных полей (РЧ-ЭМП). В настоящем отчете основное внимание уделяется политике, руководящим указаниям, регуляторным нормам и оценке воздействия РЧ-ЭМП на человека, имеющим научное обоснование, и не затрагиваются биологические вопросы. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) учредила Международный проект по ЭМП для оценки научных данных о возможном воздействии на здоровье человека электромагнитных полей в диапазоне частот от 0 до 300 ГГц¹.

В марте 2020 года Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения (МКЗНИ) опубликовала новую редакцию своих Руководств (1998 г.)². В октябре 2019 года Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) также выпустил обновленную версию соответствующего стандарта C95.1-2019³. Предельные уровни, установленные МКЗНИ и IEEE, по большей части согласованы, и на частотах выше 30 МГц предельные значения плотности потока мощности непрерывных полей для случая воздействия на все тело установлены идентичными.

В подавляющем большинстве стран предельные уровни воздействия РЧ-ЭМП установлены на основе Руководств МКЗНИ или стандартов IEEE, но в некоторых странах решено было также принять дополнительные меры для защиты населения. Применение разными странами разных предельных уровней воздействия вызвало обеспокоенность общественности. Администрациям рекомендуется следовать руководящим указаниям научных экспертных групп МКЗНИ и IEEE или ориентироваться на предельно допустимые уровни, установленные их собственными экспертами. Примером передового опыта для администраций, решивших использовать международные предельно допустимые уровни РЧ-ЭМП, является ограничение уровней воздействия до пороговых значений, содержащихся в Руководствах МКЗНИ (2020 г.).

Во всем мире широко проводятся мероприятия по контролю уровней воздействия РЧ-ЭМП. Результаты такого контроля неизменно демонстрируют низкий уровень РЧ-ЭМП от антенн подвижной связи в общественных местах и отсутствие его значительных изменений во времени или различий между странами вне зависимости от того, какие применяются предельные значения – международные или более ограничительные. Что касается воздействия РЧ-ЭМП на человека, то нет технических причин для ограничения размещения базовых станций поблизости от детских садов, школ и больниц, так как в существующих руководствах по допустимым уровням воздействия ЭМП заложен запас безопасности, обеспечивающий защиту всех групп населения.

В накопленных научных данных по-прежнему отсутствуют доказательства каких-либо неблагоприятных последствий для здоровья человека от использования мобильных телефонов или устройств беспроводной связи. Наибольшее воздействие на население оказывают РЧ-ЭМП от портативных устройств, таких как мобильные телефоны. Проводимые для целей контроля соответствия лабораторные измерения удельной поглощенной мощности (SAR) от устройств, настроенных для работы на максимальной мощности, дают значения, близкие к предельным уровням. Однако такие значения, сообщаемые для каждой модели мобильного телефона, завышены по сравнению с реальными уровнями воздействия. В действительности эти устройства работают на значительно меньших уровнях мощности, особенно в зонах уверенного приема.

Первая версия стандарта 5G NR ("Новое радио") была официально опубликована в декабре 2017 года. Ввиду характеристик технологий множественных приемных и передающих трактов (MIMO) и миллиметровой

¹ ВОЗ. Электромагнитные поля (ЭМП). [Международный проект по ЭМП](#).

² ICNIRP (2020). [RF EMF Guidelines 2020](#).

³ IEEE (2019). [IEEE C95.1-2019](#). IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz.

связи, применяемых в системах подвижной связи 5-го поколения, возникла срочная необходимость оценки уровней РЧ-ЭМП. Результаты нового исследования показали, что максимальная усредненная во времени мощность по каждому направлению распространения луча существенно ниже теоретического максимума и ниже, чем прогнозировалось существующими статистическими моделями. Еще одним важным методом снижения излишней обеспокоенности общественности по поводу воздействия РЧ-ЭМП является информирование о рисках. ВОЗ и МСЭ неустанно содействуют обмену знаниями между странами и регионами.

В настоящий отчет включены исследования конкретных ситуаций с описанием мер, принятых в ряде стран для ограничения воздействия ЭМП на человека и повышения степени осведомленности различных заинтересованных сторон.

Сокращения и акронимы

3G	технологии подвижной связи третьего поколения
4G	технологии подвижной связи четвертого поколения
5G	технологии подвижной связи пятого поколения
AP	точка доступа
BDT	Бюро развития электросвязи
BS	базовая станция
DRL	контролируемый дозиметрический предел
EIRP	эквивалентная изотропная излучаемая мощность
EMF	электромагнитное поле
ERL	контролируемый уровень воздействия
ICNIRP	Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения
ICT	информационно-коммуникационные технологии
IEC	Международная электротехническая комиссия
IEEE	Институт инженеров по электротехнике и электронике
ITU	Международный союз электросвязи
ITU-D	Сектор развития электросвязи МСЭ
ITU-T	Сектор стандартизации электросвязи МСЭ
ITU-R	Сектор радиосвязи МСЭ
IMT	Международная подвижная связь
MIMO	технологии множественных приемных и передающих трактов
NIR	неионизирующее излучение
NR	Новое радио (5G)
RBS	базовая радиостанция
RF	радиочастота
RF-EMF	радиочастотное электромагнитное поле
SAR	удельный коэффициент поглощения
SI	Международная система единиц
WHO	Всемирная организация здравоохранения

(продолжение)

WTDC	Всемирная конференция по развитию электросвязи
WTSA	Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи

Глава 1 – Введение

1.1 Базовая информация

Широкое распространение во всем мире базовых станций сотовой связи и стационарных систем беспроводной связи, неприязненное отношение населения к крупным антенным конструкциям и существующая в некоторых странах обеспокоенность по поводу возможной опасности электромагнитных полей (ЭМП) привели к принятию ограничительных законов и подзаконных актов в целях обеспечения защиты населения¹. Опасности ЭМП для человека стали для регуляторных органов, поставщиков услуг связи и поставщиков беспроводного оборудования важным вопросом, связанным со здоровьем. Население подвергается воздействию различных источников радиочастотных электромагнитных полей (РЧ-ЭМП), уровни которого меняются в зависимости от трафика услуг передачи данных и требований к качеству обслуживания (QoS), а также в связи с расширением покрытия сетей, повышением их пропускной способности и внедрением новых технологий. Предельные уровни воздействия РЧ-ЭМП содержат ограничения, установленные в помощь тем, кто отвечает за безопасность населения и работников на производстве. Основными источниками РЧ-ЭМП, воздействующих на человека, являются передатчики, работающие на теле или в непосредственной близости от него, такие как портативные устройства и беспроводные устройства ближнего поля, используемые на производстве (см. мандат МСЭ-D по Вопросу 7/2, выданный Всемирной конференцией по развитию электросвязи (ВКРЭ-17))². По утверждению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), "использование коммерческих устройств для уменьшения воздействия радиочастотного поля не доказало своей эффективности"³.

Службы беспроводной связи используют частоты в радиочастотном диапазоне электромагнитного спектра, которые гораздо ниже частот ионизирующего излучения, например рентгеновского или гамма-излучения⁴. Радиоволны не обладают достаточной энергией, чтобы разрывать молекулярные связи или вызывать ионизацию атомов в человеческом организме, и поэтому классифицируются как неионизирующее излучение (НИИ). Хорошо известна способность РЧ-ЭМП высокой интенсивности вызывать кратковременный нагрев (например, микроволновые печи). Вопрос состоит в том, вызывает ли такое излучение другие долгосрочные последствия для здоровья человека, например онкологические заболевания. В некоторых исследованиях указывалось на возможность нетепловых эффектов в живых организмах, однако эти утверждения так и не получили обоснования.

В некоторых странах и городах устанавливаются более строгие предельные уровни воздействия РЧ-ЭМП, что неблагоприятно сказывается на развертывании услуг радиосвязи, но при этом не приводит к снижению типичных уровней воздействия РЧ-ЭМП на население^{5, 6}. Руководства МКЗНИ (Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения) по ограничению воздействия РЧ-ЭМП получили поддержку ВОЗ и представляют собой результат достигнутого на настоящий момент научного консенсуса: "ВОЗ призывает установить предельные уровни воздействия и принять другие меры контроля, обеспечивающие такой же или аналогичный уровень охраны здоровья для всех людей. Она одобряет руководящие принципы МКЗНИ и призывает Государства-Члены принять эти международные принципы"⁷. Вместе с тем приоритет остается за национальными регуляторными нормами, и поэтому между странами могут существовать различия в предельных уровнях, установленных с учетом социальных, экономических и политических факторов в каждой конкретной стране.

¹ Haim Mazar (2016). [Radio Spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques](#). Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2016. См. [Chapter 9](#), pp. 359–397.

² МСЭ. Исследовательские комиссии МСЭ-D. [Вопрос 7/2](#).

³ ВОЗ. Новости. Информационный бюллетень №193. [Электромагнитные поля и общественное здравоохранение: мобильные телефоны](#). Октябрь 2014 года.

⁴ Электромагнитное излучение на частотах выше ультрафиолетового диапазона классифицируют как "ионизирующее излучение", поскольку такое излучение обладает достаточной энергией для ионизации атомов материи (выбивания из них электронов) и, следовательно, для изменения их химических связей. Ионизирующее излучение существует на частотах выше 2900 ТГц (2900 × 10¹² Гц). Этой нижней границе частотного диапазона соответствует длина волны около 103,4 нм и минимальная энергия ионизации 12 эВ.

⁵ Sanjay Sagar et al. (2018). [Radiofrequency electromagnetic field exposure in everyday microenvironments in Europe: A systematic literature review](#). *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 28(2):147–60, March 2018.

⁶ Hamed Jalilian et al. (2019 г.). [Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday micro-environments: An updated systematic review for Europe](#). *Environmental Research*, 176:108517 September 2019.

⁷ WHO (2006). [Framework for Developing Health-Based EMF Standards](#), pp. 7-8.

У части населения обеспокоенность сохраняется, и звучат утверждения, что изучены не все возможные последствия для здоровья. Первостепенное значение имеет анализ соотношения издержек и возможной опасности. Научно доказать нулевую гипотезу абсолютной безопасности воздействия какого бы то ни было физического фактора принципиально невозможно⁸, но также невозможно доказать обратное (несуществование чего-либо). Поскольку с логической точки зрения абсолютного доказательства не существует, национальные регуляторные органы испытывают на себе давление со стороны общественности. Чтобы разрешить эту дилемму некоторые страны заявляют, что в целях ограничения возможной опасности для человека они действуют на основе принципа предосторожности. На смену модели управления рисками с двумя состояниями (выше/ниже порогового уровня) в решении задачи управления рисками РЧ-ЭМП для здоровья могут прийти предупредительный подход и концепция "минимально разумно достижимого низкого уровня" (ALARA), что позволяет учесть и другие факторы.

Это компромисс между сохранением неопределенности (с соответствующим ущербом, если реализуется худший случай) и установлением более строгих требований (выполнение которых требует дополнительных ресурсов и приводит к снижению качества обслуживания с более широкими социальными последствиями⁹). ВОЗ предупреждает: "В случае если регулирующие органы реагируют на давление со стороны общественности путем введения предупредительных пределов в дополнение к уже существующим научно обоснованным пределам, они должны осознавать, что такое действие подрывает доверие к науке и установленным уровням облучения"¹⁰. Согласно Руководствам МКЗНИ (2020), нет доказательств, что дополнительные предупредительные меры окажут благоприятное воздействие на здоровье населения¹¹. К мероприятиям по информированию населения важно привлечь все заинтересованные стороны: государственные ведомства, частный сектор интернета, неправительственные организации, общественные объединения и широкие слои населения.

Свидетельством широты распространения базовых станций сотовой связи по всему миру может служить **Рисунок 1** (по материалам базы данных показателей МСЭ)¹², на котором показаны численность абонентов подвижной сотовой связи и среднемировой уровень проникновения сотовой связи на 100 человек населения за 2000–2019 годы. В 24-м издании (декабрь 2020 г.) указано, что в 2019 году насчитывалось 8,3 млрд. абонентов и 111 абонентских договоров на 100 человек населения. Ориентировочно на каждые 1000 абонентов требуется одна мачта сотовой связи¹³, а число базовых станций во всем мире оценивается в 8 млн.

⁸ IEEE (2005). [IEEE C95.1-2005. IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz](#), p. 2.

⁹ Olivia Wu et al. (2012). [Mobile Phone Use for Contacting Emergency Services in Life-threatening Circumstances](#). *The Journal of Emergency Medicine*, 52(3):291–298.e293, March 2012.

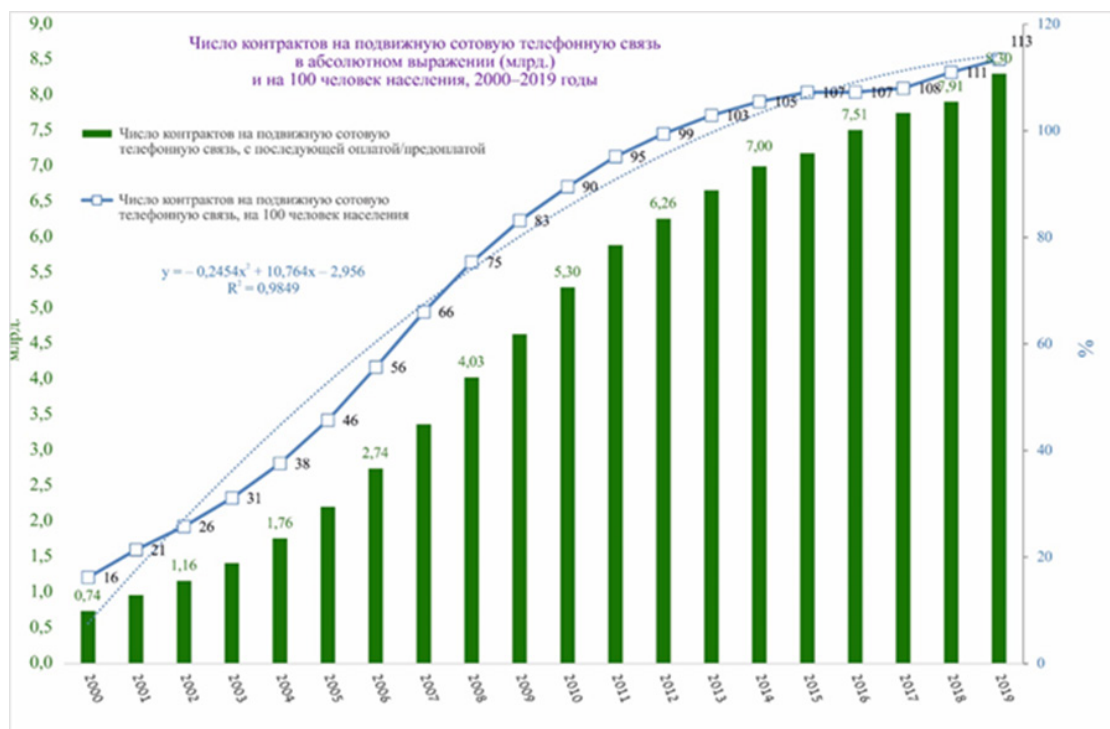
¹⁰ ВОЗ (2002 г.). Вопросы здравоохранения. Электромагнитные поля. Построение диалога о рисках от электромагнитных полей.

¹¹ ICNIRP (2020). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). [RF EMF Guidelines 2020](#). Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz) 2020. *Health Physics*, 118(5):483-524, May 2020.

¹² МСЭ. [World Telecommunication/ICT Indicators Database](#).

¹³ Haim Mazar (2016). [Radio Spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques](#). Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2016. См. [Chapter 9](#), section. 9.7.2.

Рисунок 1: Показатель числа контрактов на подвижную сотовую телефонную связь во всем мире



Источник: Haim Mazar, по материалам базы данных МСЭ по всемирным показателям в области электросвязи/ИКТ (24-е издание, декабрь 2020 г.).

1.2 Сфера применения отчета

Настоящий отчет МСЭ-D по Вопросу 7/2 охватывает область специальных знаний и ссылается на научные экспертные органы и их мнения для обеспечения контекста. Он имеет большое значение для директивных органов, поскольку излишне ограничительные меры политики, регуляторные нормы и подходы оказывают негативное воздействие на предоставление услуг радиосвязи. Существует множество исследований, посвященных рискам воздействия радиочастотных электромагнитных полей (РЧ-ЭМП)¹⁴. В настоящем отчете основное внимание уделяется политике, руководящим указаниям, регуляторным нормам и оценке воздействия РЧ-ЭМП на человека, имеющим научное обоснование, и не затрагиваются биологические вопросы. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в 1996 году учредила Международный проект по ЭМП для оценки научных данных о возможном воздействии на здоровье человека электромагнитных полей в диапазоне частот от 0 до 300 ГГц¹⁵.

Важное значение имеет Заключительный отчет 2-й Исследовательской комиссии МСЭ-D по Вопросу 7/2 "Стратегии и политика, касающиеся воздействия электромагнитных полей на человека" от 2017 года за 6-й Исследовательский период (2014–2017 годы)¹⁶. В этом Отчете собрана для распространения информация о воздействии радиочастотных электромагнитных полей (РЧ-ЭМП) в помощь национальным администрациям, в особенности в развивающихся странах, при разработке соответствующих национальных регуляторных норм. Отчет помог администрациям прислушаться к опасениям общественности, связанным с воздействием РЧ-ЭМП, и реагировать на них.

Для пересмотра предыдущего Заключительного отчета по Вопросу 7/2 имеется целый ряд причин. После выхода в марте 2020 года новой редакции Руководств МКЗНИ были обновлены международные предельные уровни воздействия ЭМП, и эти изменения влекут последствия для нормативной базы. Пересмотру подвергся и стандарт IEEE C95.1-2005 (см. IEEE C95.1-2019)¹⁷. В настоящий отчет включены

¹⁴ RWTH Aachen University. Internet information platform [EMF-portal](#).

¹⁵ ВОЗ. Электромагнитные поля (ЭМП). [Международный проект по ЭМП](#).

¹⁶ МСЭ-D. Заключительный Отчет по Вопросу 7/2 за исследовательский период с 2014-го по 2017 год. [Стратегии и политика, касающиеся воздействия электромагнитных полей на человека](#). МСЭ, 2017 год.

¹⁷ IEEE (2019). [IEEE C95.1-2019](#). IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz.

новые исследования конкретных ситуаций с описанием мер по ограничению воздействия РЧ-ЭМП, принятых в некоторых странах. Источником важной информации по этой теме был проходивший в октябре 2018 года семинар-практикум МСЭ-D по ЭМП¹⁸. Кроме того, итогами плодотворной деятельности по вопросам РЧ-ЭМП в трех Секторах МСЭ (Секторе радиосвязи МСЭ (МСЭ-R), Секторе стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-T) и МСЭ-D) стали:

- Резолюция 176 (Пересм. Дубай, 2018 г.) Полномочной конференции о важности измерений и оценки, связанных с воздействием ЭМП на человека;
- Резолюция 72 (Пересм. Хаммамет, 2016 г.) Всемирной ассамблеи по стандартизации электросвязи (ВАСЭ) о важности измерений и оценки, связанных с воздействием ЭМП на человека. Эта резолюция может быть вновь пересмотрена в ходе очередной ВАСЭ в 2022 году;
- Резолюция 62 (Пересм. Буэнос-Айрес, 2017 г.) Всемирной конференции по развитию электросвязи (ВКРЭ) о важности оценки и измерений воздействия ЭМП на человека, и пересмотренный Вопрос 7/2 о стратегиях и политике, касающихся воздействия ЭМП на человека¹⁹.

По итогам пересмотра Резолюции 62 и Вопросы 7/2 на ВКРЭ-17 в настоящем отчете внесены обновления в Заключительный отчет по Вопросу 7/2 2017 года и осуществлен его пересмотр, а также включен новый материал, касающийся национальной политики, оценок и предельных уровней воздействия, в частности Руководства МКЗНИ (2020 г.) и стандарт IEEE 95.1 (2019 г.).

¹⁸ МСЭ. [Сессия МСЭ-D, посвященная современной политике, руководящим принципам, нормам и оценке воздействия РЧ-ЭМП на человека](#), Женева, 10 октября 2018 года.

¹⁹ ВКРЭ (Буэнос-Айрес, 2017 г.). [Заключительный отчет](#). МСЭ, 2018 год.

Глава 2 – Деятельность МСЭ

2.1 Резолюция 176 (Пересм. Дубай, 2018 г.) Полномочной конференции

Полномочная конференция предоставила МСЭ нормативную основу для его деятельности по ЭМП. В Резолюции 176 (Пересм. Дубай, 2018 г.)²⁰ ПК-18 *решает поручить Директорам трех Бюро:*

- 1) собирать и распространять информацию о характере воздействия ЭМП, включая методику измерения ЭМП, с целью оказания содействия национальным администрациям, особенно в развивающихся странах, в разработке надлежащих национальных нормативных актов;
- 2) тесно сотрудничать со всеми соответствующими организациями в выполнении настоящей Резолюции, а также Резолюции 72 (Пересм. Хаммамет, 2016 г.) ВАСЭ и Резолюции 62 (Пересм. Буэнос-Айрес, 2017 г.) ВКРЭ, с тем чтобы продолжать оказывать Государствам-Членам техническую помощь и совершенствовать ее.

Кроме того, она *порукает Директору Бюро развития электросвязи во взаимодействии с Директором Бюро радиосвязи и Директором Бюро стандартизации электросвязи:*

- 1) проводить региональные или международные семинары и практикумы с целью выявления потребностей развивающихся стран и создания человеческого потенциала в области измерения ЭМП для определения воздействия этих полей на человека;
- 2) настоятельно рекомендовать Государствам-Членам в различных регионах сотрудничать в области обмена специальными знаниями и ресурсами и назначить координатора или определить механизм регионального сотрудничества, включая, в случае необходимости, региональный центр, с целью оказания содействия всем Государствам-Членам соответствующего региона в области измерений и профессиональной подготовки;
- 3) способствовать дальнейшему проведению соответствующими организациями необходимых научных исследований для определения возможных последствий для здоровья, связанных с воздействием излучения ЭМП на организм человека;
- 4) разработать необходимые меры и руководящие указания, с тем чтобы помочь в уменьшении возможных последствий для здоровья, связанных с воздействием излучения ЭМП на организм человека;
- 5) настоятельно рекомендовать Государствам-Членам проводить периодические обзоры для обеспечения соблюдения Рекомендаций МСЭ и других соответствующих международных стандартов, касающихся воздействия ЭМП.

2.2 Резолюция 62 (Пересм. Буэнос-Айрес, 2017 г.) ВКРЭ

Резолюция 62 (Пересм. Буэнос-Айрес, 2017 г.) ВКРЭ *порукает 2-й Исследовательской комиссии МСЭ-D сотрудничать с 5-й Исследовательской комиссией МСЭ-T и 1-й, 4-й, 5-й и 6-й Исследовательскими комиссиями МСЭ-R для достижения следующих целей:*

- i) в высокоприоритетном порядке обеспечить сотрудничество с 5-й Исследовательской комиссией МСЭ-T, в частности для обновления содержащего руководство по ЭМП мобильного приложения по вопросу воздействия ЭМП на человека, а также руководящих указаний по его применению;
- ii) содействие организации семинаров, семинаров-практикумов и курсов профессиональной подготовки по вопросам воздействия ЭМП на человека;
- iii) обеспечение широкого распространения публикаций МСЭ и литературы по вопросам ЭМП;
- iv) содействие подготовке руководства по использованию публикаций МСЭ-T, касающихся электромагнитной совместимости и безопасности, а также методик измерения, необходимости измерений, выполняемых "квалифицированным и сертифицированным радиоинженером или техником", критериев в отношении такого "квалифицированного радиоинженера или техника" и характеристик систем;

²⁰ МСЭ. [Заключительные акты Полномочной конференции \(Дубай, 2018 г.\)](#). МСЭ, 2019 год.

- v) продолжение сотрудничества с ВОЗ, МКЗНИ, IEEE и другими соответствующими международными организациями по вопросам обеспечения осведомленности и распространения информации среди членов МСЭ и населения.

Соответственно, в настоящем отчете содержатся ссылки на обновленную резолюцию, принятую Полномочной конференцией в Дубае в 2018 году, обновленную резолюцию и Вопрос 7/2, принятые ВКРЭ-17 в Буэнос-Айресе в 2017 году, а также последние Руководства МКЗНИ и стандарт IEEE.

2.3 Резолюция 72 ВАСЭ и итоговые документы по Вопросу 3/5 МСЭ-Т

На Всемирной конференции по стандартизации электросвязи 2016 года (ВАСЭ-16), проходившей в Хаммамете (Тунис), было принято решение о внесении изменений в резолюцию ВАСЭ по воздействию ЭМП на человека – Резолюцию 72 (Пересм. Хаммамет, 2016 г.)²¹. Деятельность МСЭ-Т по вопросам ЭМП осуществляется 5-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т в рамках Вопроса 3/5: "Воздействие на человека электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых цифровыми технологиями"²². Рекомендации МСЭ-Т по вопросам ЭМП выходят в серии К Рекомендаций МСЭ-Т²³.

²¹ ВАСЭ (Хаммамет, 2016 г.). [Резолюция 72 \(Пересм. Хаммамет, 2016 г.\)](#) о важности измерений и оценки, связанных с воздействием ЭМП на человека.

²² 5-я Исследовательская комиссия МСЭ-Т. [Список Вопросов и докладчиков \(исследовательский период 2017–2020 гг.\)](#).

²³ МСЭ-Т. [Рекомендации МСЭ-Т серии К](#).

Глава 3 – Обновленные международные пределы воздействия РЧ-ЭМП

3.1 Общие сведения

Для регуляторных органов, поставщиков услуг и поставщиков беспроводного оборудования важной проблемой охраны здоровья и безопасности является соблюдение пределов воздействия ЭМП на человека. Имеются существенные различия между принятыми в разных странах нормами регулирования для защиты населения и работников на производстве от ЭМП, создаваемых передатчиками, и конкретными мерами по их реализации. *"ВОЗ призывает установить предельные уровни воздействия и принять другие меры контроля, обеспечивающие тот же самый или аналогичный уровень охраны здоровья для всех людей. Она одобряет руководящие принципы МКЗНИ и призывает Государства-Члены принять эти международные принципы"*²⁴.

Во всем мире широко проводятся мероприятия по контролю уровней воздействия РЧ-ЭМП, но их масштаб и рамки существенно различаются. Результаты такого контроля неизменно демонстрируют низкий уровень воздействия РЧ-ЭМП от антенн подвижной связи в общественных местах и незначительность изменений его во времени и отсутствие различий между странами вне зависимости от того, какие применяются нормы – международные или ограничительные^{25, 26}.

Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения (МКЗНИ) обновила свой документ МКЗНИ 1998 года "Руководящие принципы, касающиеся ограничения воздействия меняющихся во времени электрических, магнитных и электромагнитных полей (до 300 ГГц)"²⁷. По итогам всесторонних общественных консультаций, в ходе которых МСЭ представил 32 замечания в качестве межсекторального вклада, в 2020 году была опубликована окончательная версия Руководств МКЗНИ. 4 октября 2019 года Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) опубликовал C95.1-2019 – новую редакцию "Стандарта IEEE для уровней безопасности в отношении воздействия на человека радиочастотных электромагнитных полей, 0 Гц – 300 ГГц" (предыдущая редакция – IEEE C95.1-2005).

Невзирая на выпуск окончательных версий Руководств МКЗНИ по РЧ-ЭМП и стандарта IEEE, вследствие ощущаемой неопределенности законодательные органы ряда стран приняли дополнительные меры – например, установили более ограничительные предельные уровни воздействия по сравнению пределами, установленными МКЗНИ, или рекомендовали населению принимать индивидуальные меры по снижению воздействия. Измерения показывают, что установление более строгих норм не приводит к снижению типичных уровней воздействия РЧ-ЭМП в общественных местах. Проведенное для Европейской комиссии обследование показало, что ограничительные пределы и другие меры предосторожности связаны с более высоким уровнем беспокойства населения. Переход от GSM к 3G/UMTS и более новым технологиям подвижной связи является еще одним способом снизить воздействие РЧ-ЭМП от устройств, так как в этих технологиях предусмотрены более эффективные алгоритмы регулирования мощности²⁸.

За проверку соответствия может отвечать национальный орган присвоения частот, охраны окружающей среды или общественного здравоохранения. За этот процесс могут также отвечать местный планирующий орган и городские советы. Чтобы доказать соблюдение, заявитель (оператор передатчика) должен представить соответствующую информацию. Некоторые органы применяют прогностическое моделирование для расчета уровней воздействия или зоны соответствия в окрестности антенны.

Для контроля уровня РЧ-ЭМП в окрестности передатчика, особенно в важных общественных местах (школы, больницы), можно применять случайные выборочные измерения по инициативе властей или в ответ на опасения, выдвинутые широкой общественностью. Вместе с тем конкретные требования к уровням воздействия в таких местах не подкреплены научными доказательствами и, как уже отмечалось

²⁴ WHO (2006). Framework for Developing Health-Based EMF Standards, pp. 7-8.

²⁵ Hamed Jalilian et al. (2019). [Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday micro-environments: An updated systematic review for Europe](#). Environmental Research, 176(108517), September 2019.

²⁶ Jack Rowley et al. (2012). [Comparative international analysis of radiofrequency exposure surveys of mobile communication radio base stations](#). Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 22(3):304–315, May/June 2012.

²⁷ МКЗНИ (1998 г.). [Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields \(up to 300 GHz\) 1998](#).

²⁸ ITU-T. [Series K Supplement 13 \(05/2018\)](#). Radiofrequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure levels from mobile and portable devices during different conditions of use.

в **Разделе 4.3**, результаты измерений неизменно демонстрируют низкий уровень воздействия РЧ-ЭМП от антенн подвижной связи в общественных местах.

Администрациям рекомендуется следовать руководящим указаниям научных экспертных групп МКЗНИ и IEEE или ориентироваться на предельно допустимые уровни, установленные их собственными экспертами. Настоятельно рекомендуется устанавливать в качестве обязательных согласованные международные стандарты и предельные уровни воздействия ЭМП. **Следует подчеркнуть, что стандарт IEEE C95.1-2019 и Руководства МКЗНИ 2020 года в основном согласованы между собой.**

3.2 Действующие Руководства МКЗНИ 2010 и 2020 годов

3.2.1 Обзор

Существуют следующие Руководства МКЗНИ:

- 1 [МКЗНИ \(1998\)](#): "Руководящие принципы, касающиеся ограничения воздействия меняющихся во времени электрических, магнитных и электромагнитных полей (до 300 ГГц)".
- 2 [МКЗНИ \(2010\)](#): "Руководящие принципы, касающиеся ограничения воздействия меняющихся во времени электрических, магнитных и электромагнитных полей" (1 Гц – 100 кГц)"²⁹.
- 3 [МКЗНИ \(2020\)](#): "Руководящие принципы, касающиеся ограничения воздействия электромагнитных полей (100 кГц – 300 ГГц)".

Предельные уровни воздействия для частот ниже 100 кГц приведены в Руководствах МКЗНИ (2010 г.). **После публикации Руководств МКЗНИ 2020 года Руководства 1998 года устарели.**

- 1 **Как велась подготовка Руководств МКЗНИ 2020 года**: поиск научных данных о последствиях воздействия; выявление последствий, считающихся одновременно неблагоприятными для человека и научно подтвержденными; определение минимальных уровней воздействия, способных причинить вред; применение понижающих коэффициентов, более строгих для населения, чем для работников на производстве. Тем самым обеспечивается ограничение воздействия с большим запасом безопасности.
- 2 **Научная основа**: крупные научные обзоры и оригинальные статьи, в которых оценивается неблагоприятное воздействие на здоровье человека, связанное с нервной стимуляцией (приблизительно до 10 МГц, предельные уровни воздействия из Руководств 2010 г.) и нагреванием (приблизительно от 100 кГц). Нет доказательств возникновения онкологических заболеваний, гиперчувствительности к электромагнитному полю, бесплодия или других неблагоприятных последствий для здоровья. Выявлены такие неблагоприятные последствия, как повышение глубинной температуры тела более чем на 1 °С и локальное повышение температуры тканей сверх 41 °С.
- 3 **Физика и температура**: с температурой соотносят различные количественные величины, в зависимости от частоты и длительности воздействия. Например, в случае непрерывного локального воздействия используют удельную поглощенную мощность (SAR) в нижнем поддиапазоне частот (≤ 6 ГГц) и удельную плотность поглощенной мощности в верхнем поддиапазоне (> 6 ГГц).

²⁹ ICNIRP (2010). [Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields \(1 Hz – 100 kHz\)](#).

3.2.2 Пояснения к таблицам и рисункам в Руководствах МКЗНИ (2020 г.)

В этом разделе подробно описаны таблицы (Таблицы 1, 5 и 6) из Руководств МКЗНИ (2020 г.), имеющие наибольшее значение для отчета по Вопросу 7/2. Соответствующие значения показаны на приведенных далее рисунках (которых нет в Руководствах). Подчеркнутый текст³⁰ указывает на значимый параметр. Дополнительно приводятся сравнения с Руководствами МКЗНИ 2010 года (для частот ниже 100 кГц).

Таблица 1: (Таблица 1 МКЗНИ). Физические величины и соответствующие единицы системы СИ, используемые в этих Руководствах

Величина	Обозначение*	Единица измерения
Плотность поглощенной энергии	U_{ab}	Джоуль на квадратный метр (Дж м ⁻²)
Плотность потока энергии падающего излучения	U_{inc}	Джоуль на квадратный метр (Дж м ⁻²)
Плотность потока энергии падающего излучения эквивалентной плоской волны	U_{eq}	Джоуль на квадратный метр (Дж м ⁻²)
Плотность поглощенной мощности	S_{ab}	Ватт на квадратный метр (Вт м ⁻²)
Плотность потока мощности падающего излучения	S_{inc}	Ватт на квадратный метр (Вт м ⁻²)
Плотность потока мощности падающего излучения эквивалентной плоской волны	S_{eq}	Ватт на квадратный метр (Вт м ⁻²)
Напряженность наведенного электрического поля	E_{ind}	Вольт на метр (В м ⁻¹)
Напряженность электрического поля падающего излучения	E_{inc}	Вольт на метр (В м ⁻¹)
Напряженность магнитного поля падающего излучения	H_{inc}	Ампер на метр (А м ⁻¹)
Удельная поглощенная энергия	SA	Джоуль на килограмм (Дж кг ⁻¹)
Удельная поглощенная мощность	SAR	Ватт на килограмм (Вт кг ⁻¹)
Сила электрического тока	I	Ампер (А)
Частота	f	Герц (Гц)
Время	t	секунда (с)

* Курсивом обозначены переменные; физические величины даны в скалярной, а не векторной форме, поскольку направление векторов не влияет на вывод основных ограничений или контролируемых уровней.

В **Таблицах 2 и 3** (соответствуют Таблицам 5 и 6 из Руководств МКЗНИ 2020 г.) подробно представлены значения контролируемых уровней воздействия электромагнитных полей в диапазоне частот от 100 кГц до 300 ГГц (невозмущенные среднеквадратические значения).

³⁰ Текст, выделенный подчеркиванием в настоящем разделе, не подчеркнут в исходных таблицах.

Таблица 2: (Таблица 5 МКЗНИ). Контролируемые уровни воздействия, усредненные за 30 минут по всему телу

Сценарий воздействия	Полоса частот	Напряженность поля E падающего излучения; E _{inc} , В м-1	Напряженность поля H падающего излучения; H _{inc} , А м-1	Плотность потока мощности падающего излучения; S _{inc} , Вт м-2
В производственных условиях	0,1 – 30 МГц	$660/f_M^{0,7}$	$4,9/f_M$	н/п
	>30 – 400 МГц	61	0,16	10
	>400 – 2000 МГц	$3f_M^{0,5}$	$0,008f_M^{0,5}$	$f_M/40$
	>2 – 300 ГГц	н/п	н/п	50
Население	0,1 – 30 МГц	$300/f_M^{0,7}$	$2,2/f_M$	н/п
	>30 – 400 МГц	$s27,7$	0,073	2
	>400 – 2000 МГц	$1,375f_M^{0,5}$	$0,0037f_M^{0,5}$	$f_M/200$
	>2 – 300 ГГц	н/п	н/п	10

Примечания (из Руководств МКЗНИ 2020 г.):

1. Сокращение "н/п" означает "неприменимо"; соответствующий параметр можно не принимать во внимание при определении соответствия.
2. f_M – частота в МГц.
3. S_{inc} , E_{inc} и H_{inc} подлежат усреднению за 30 минут по всей площади поверхности тела. Временное и пространственное усреднение каждой из величин E_{inc} и H_{inc} должно производиться в отношении их квадратов (см. формулу 8 в Дополнении А).
4. В диапазоне частот $100 \text{ кГц} < f \leq 30 \text{ МГц}$ соответствие считается продемонстрированным, если ни E_{inc} , ни H_{inc} не превышают указанных выше контролируемых уровней безотносительно различий между ближним и дальним полем.
5. В диапазоне частот $30 \text{ МГц} < f \leq 2 \text{ ГГц}$: а) в дальнем поле соответствие считается продемонстрированным, если хотя бы одна из величин S_{inc} , E_{inc} и H_{inc} не превышает указанных выше контролируемых уровней; вместо S_{inc} допускается использовать S_{eq} ; б) в ближнем поле излучения соответствие считается продемонстрированным, если либо S_{inc} , либо E_{inc} и H_{inc} вместе не превышают указанных выше контролируемых уровней; в) в реактивном ближнем поле соответствие считается продемонстрированным, если ни E_{inc} , ни H_{inc} не превышают указанных выше контролируемых уровней; S_{inc} в этом случае не может использоваться для демонстрации соответствия, поэтому необходимо оценивать соблюдение основных ограничений.
6. В диапазоне частот $2 < f \leq 300 \text{ ГГц}$: а) в дальнем поле соответствие считается продемонстрированным, если S_{inc} не превышает указанных выше контролируемых уровней; вместо S_{inc} допускается использовать S_{eq} ; б) в ближнем поле излучения соответствие считается продемонстрированным, если S_{inc} не превышает указанных выше контролируемых значений; в) в реактивном ближнем поле контролируемые уровни не могут использоваться для демонстрации соответствия, поэтому необходимо оценивать соблюдение основных ограничений.

Таблица 3 (Таблица 6 МКЗНИ). Контролируемые уровни локального воздействия, усредненные за 6 минут

Сценарий воздействия	Полоса частот	Напряженность поля E падающего излучения; E _{inc} , В м-1	Напряженность поля H падающего излучения; H _{inc} , А м-1	Плотность потока мощности падающего излучения; S _{inc} , Вт м-2
В производственных условиях	0,1–30 МГц	$1504/f_M^{0,7}$	$10,8/f_M$	н/п
	> 30–400 МГц	<u>139</u>	<u>0,36</u>	<u>50</u>
	> 400–2000 МГц	$10,58f_M^{0,43}$	$0,0274f_M^{0,43}$	$0,29f_M^{0,86}$
	> 2–6 ГГц	н/п	н/п	<u>200</u>
	> 6 – < 300 ГГц	н/п	н/п	$275/f_G^{0,177}$
	300 ГГц	н/п	н/п	<u>100</u>
Население	0,1–30 МГц	$671/f_M^{0,7}$	$4,9/f_M$	н/п
	> 30–400 МГц	<u>62</u>	<u>0,163</u>	<u>10</u>
	> 400–2000 МГц	$4,72f_M^{0,43}$	$0,0123f_M^{0,43}$	$0,058f_M^{0,86}$
	> 2–6 ГГц	н/п	н/п	<u>40</u>
	> 6–300 ГГц	н/п	н/п	$55/f_G^{0,177}$
	300 ГГц	н/п	н/п	<u>20</u>

Примечания (от Руководств МКЗНИ 2020 г.):

1. Сокращение "н/п" означает "неприменимо"; соответствующий параметр не требует учета при определении соответствия.
2. f_M – частота в МГц, f_G – частота в ГГц.
3. S_{inc} , E_{inc} и H_{inc} подлежат усреднению за 6 минут, а в тех случаях, для которых примечаниями 6–7 предписывается пространственное усреднение, оно производится по затронутому участку поверхности тела. Временное и пространственное усреднение каждой из величин E_{inc} и H_{inc} должно производиться в отношении их квадратов (см. формулу 8 в Дополнении А).
4. В диапазоне частот $100 \text{ кГц} \leq f \leq 30 \text{ МГц}$ соответствие считается продемонстрированным, если ни E_{inc} , ни H_{inc} по своему пиковому пространственному значению не превышает указанных выше контролируемых уровней на затронутом участке поверхности всего тела безотносительно различий между ближним и дальним полем.
5. В диапазоне частот $30 \text{ МГц} < f \leq 6 \text{ ГГц}$: а) в дальнем поле соответствие считается продемонстрированным, если хотя бы одна из величин S_{inc} , E_{inc} и H_{inc} по своему пиковому пространственному значению не превышает указанных выше контролируемых уровней на затронутом участке поверхности всего тела; вместо S_{inc} допускается использовать S_{eq} ; б) в ближнем поле излучения соответствие считается продемонстрированным, если либо S_{inc} , либо E_{inc} и H_{inc} вместе по своему пиковому пространственному значению не превышают указанных выше контролируемых значений на затронутом участке поверхности всего тела; в) в реактивном ближнем поле соответствие считается продемонстрированным, если ни E_{inc} , ни H_{inc} не превышают указанных выше контролируемых уровней; S_{inc} в этом случае не может использоваться для демонстрации соответствия, а на частотах выше 2 ГГц для определения соответствия не могут использоваться пороговые уровни, поэтому необходимо оценивать соблюдение основных ограничений.
6. В диапазоне частот $6 < f \leq 300 \text{ ГГц}$: а) в дальнем поле соответствие считается продемонстрированным, если S_{inc} , усредненное по затронутому квадратному участку поверхности тела площадью 4 см^2 , не превышает указанных выше контролируемых уровней; вместо S_{inc} допускается использовать S_{eq} ; б) в ближнем поле излучения соответствие считается продемонстрированным, если S_{inc} , усредненное по затронутому квадратному участку поверхности тела площадью 4 см^2 , не превышает указанных выше контролируемых значений; в) в реактивном ближнем поле контролируемые уровни не могут использоваться для демонстрации соответствия, поэтому необходимо оценивать соблюдение основных ограничений.
7. В диапазоне частот $30 < f \leq 300 \text{ ГГц}$ параметр воздействия, усредненный по затронутому квадратному участку поверхности тела площадью 1 см^2 , не должен превышать удвоенной величины ограничения, установленного для квадратного участка площадью 4 см^2 .

Во введении к Руководствам МКЗНИ 2020 года сказано: "*Настоящее издание заменяет собой часть Руководств МКЗНИ 1998 года по радиочастотам, относящуюся к диапазону частот от 100 кГц до 300 ГГц, а также часть Руководств МКЗНИ 2010 года по низким частотам, относящуюся к диапазону частот от 100 кГц до 10 МГц*". В пункте "Научные основы ограничения радиочастотного воздействия ЭМП в диапазоне частот от 100 кГц до 10 МГц: связь между настоящей и другими Рекомендациями МКЗНИ"

говорится, что руководства МКЗНИ 2010 года и 2020 года основаны на разных биологических механизмах: первое – на стимуляции нервных окончаний и мгновенном действии при частотах ниже 10 МГц, а второе – на тепловом эффекте, создаваемом потоком мощности с течением времени; усредненное значение получается разным. При частотах ниже 100 кГц следует применять руководство МКЗНИ 2010 года. В диапазоне от 100 кГц до 10 МГц могут действовать оба механизма, в этом случае следует соблюдать строгие значения для каждой частоты.

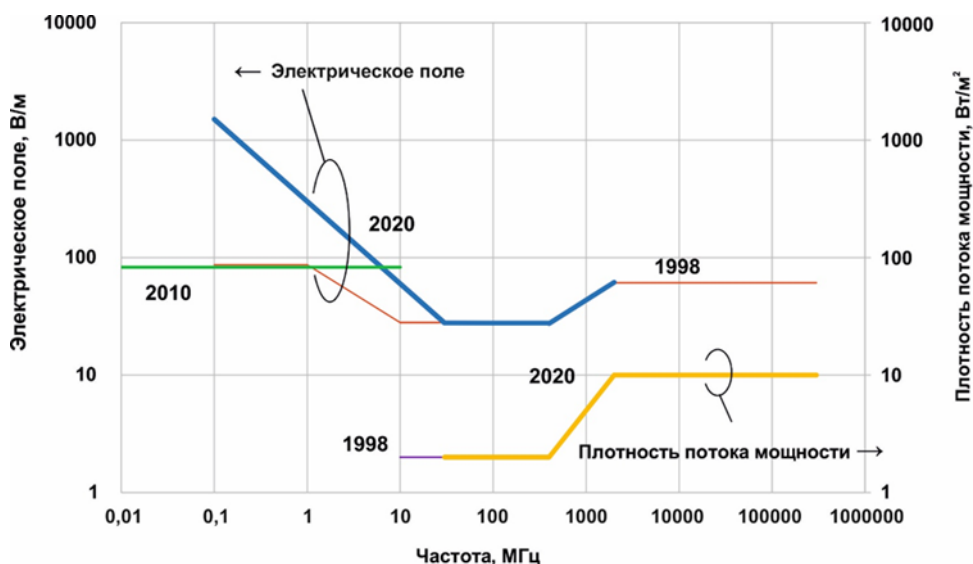
Кроме того, в Таблице 8 руководства МКЗНИ 2020 года указано (обратите внимание на словосочетания, выделенные жирным шрифтом), что "контролируемые уровни **местного воздействия ЭМП** в диапазоне частот от 100 кГц до 10 МГц (невозмущенные среднеквадратичные значения) для **пиковых значений** составляют предельно в производственных условиях – 170 В/м, для населения – 83 В/м".

Рисунки 2, 3, 4 и 5 Руководств МКЗНИ приведены в документе "Изменения в Руководствах МКЗНИ 2020 года по сравнению с предыдущей редакцией"³¹. Этот документ отличается более ясным изложением, но он не был включен в состав публикации в журнале *Health Physics*. Единицы измерения по двум осям у (то есть напряженность электрического поля и плотность потока энергии) не зависят друг от друга. Контролируемые уровни локального воздействия не приводились в Руководствах МКЗНИ 1998 и 2010 годов. Контролируемые уровни напряженности электрического поля даны в Руководствах МКЗНИ 2020 года для частот до 2000 МГц включительно, а контролируемые уровни плотности потока энергии – для частот выше 30 МГц (см. Таблицы 6–7, а также **Рисунки 2, 3, 4 и 5** Руководств МКЗНИ).

Следующие четыре рисунка³² имеют сходство; уровни для всего тела даны с усреднением за 30 минут, а уровни локального воздействия – за 6 минут. Чтобы привлечь внимание читателя и подчеркнуть различия, заголовки упрощены: фраза "в диапазоне частот от 100 кГц до 300 ГГц" не повторяется, а конкретные особенности подчеркнуты.

Приведенный ниже **Рисунок 2** демонстрирует значительные различия между Руководствами МКЗНИ 1998, 2010 и 2020 годов в диапазоне частот ниже 30 МГц, а кроме того, существенный разрыв на отметке 100 кГц: 83 В/м в Руководствах 2010 года против $300/f_M^{0,7} = 300/0,1^{0,7} \approx 1500$ В/м в Руководствах 2020 года.

Рисунок 2: Усредненные по всему телу контролируемые уровни воздействия на население согласно Руководствам МКЗНИ 1998, 2010 и 2020 годов



Для населения уровни **83 В/м** из Таблицы 4 руководства МКЗНИ 2010 года и $300/f_M^{0,7}$ из Таблицы 5 руководства МКЗНИ 2020 года пересекаются в точке **6,27 МГц**. Поскольку общие опорные уровни для всего диапазона частот, которые должны соблюдаться на практике, – это наиболее низкие уровни для каждой частоты, необходимо следовать зеленой линии из руководства МКЗНИ 2010 года, а при более высоких частотах – синей линии из руководства МКЗНИ 2020 года. См. **Рисунки 7 и 8**, на которых предельная линия из руководства МКЗНИ 2020 года обрывается на уровне ниже 6,27 МГц для населения и 6,94 МГц для

³¹ ICNIRP. [Differences between the ICNIRP \(2020\) and previous guidelines.](#)

³² Загружено 1 ноября 2020 года со страницы <https://www.icnirp.org/en/differences.html>.

производственных условий³³. В связи с тем, что Руководства МКЗНИ 1998 года являются устаревшими, на частотах 100 кГц и ниже наибольшую актуальность сохраняют Руководства 2010 года. Приведенные ниже контролируемые уровни воздействия на население на частотах ниже 100 кГц равняются 83 В/м (Руководства МКЗНИ 2010 г.).

Рисунок 3: Контролируемые уровни локального воздействия на население на протяжении 6 мин. и более согласно Руководствам МКЗНИ 2020 года

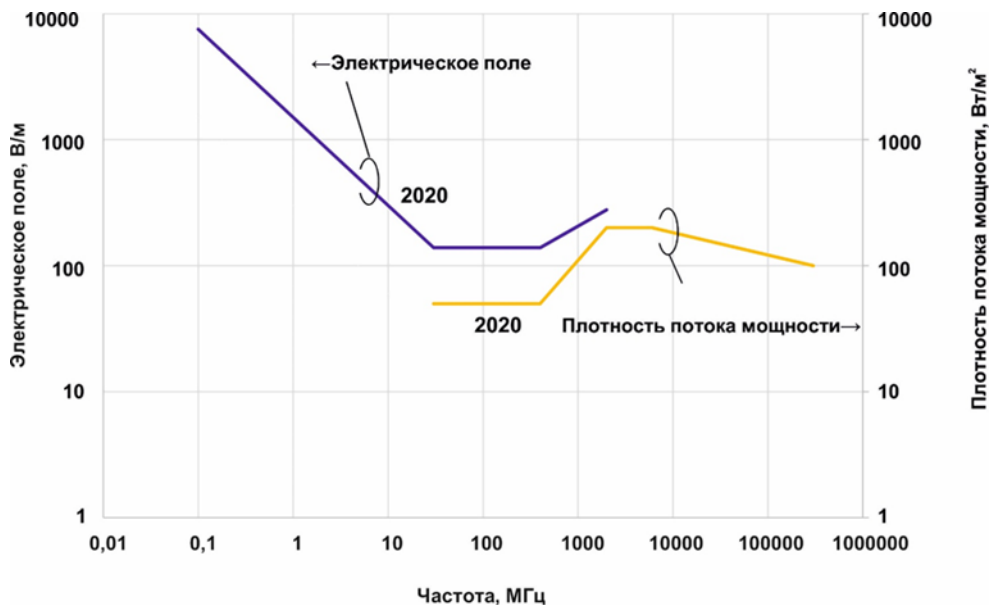
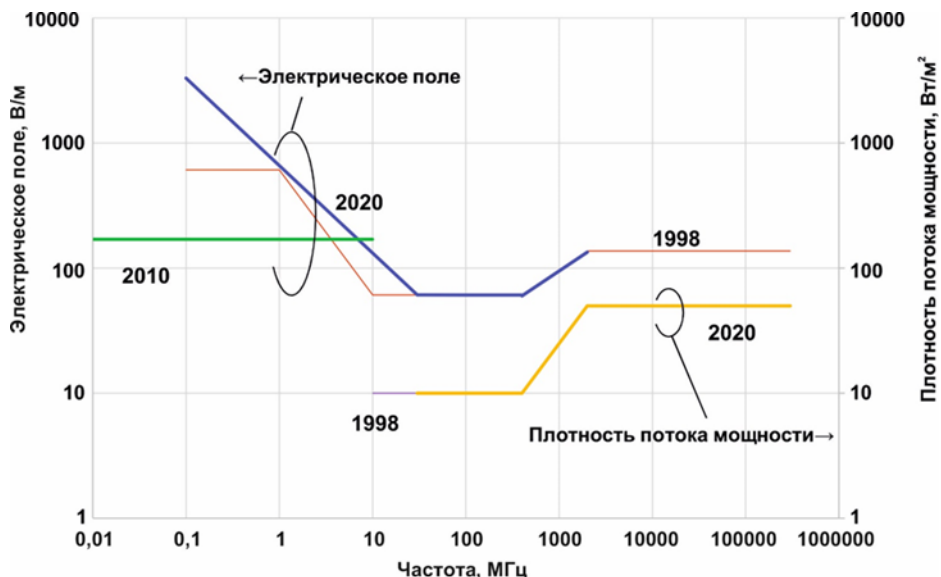


Рисунок 4: Усредненные по всему телу контролируемые уровни воздействия для работников на производстве согласно Руководствам МКЗНИ 1998, 2010 и 2020 годов



³³ Уровни из Таблицы 3 руководства МКЗНИ 2010 года и Таблицы 5 руководства МКЗНИ 2020 года пересекаются при частоте 6,94 МГц, предел воздействия для производственных условий составляет 170 В/м.

Рисунок 5: Контролируемые уровни локального воздействия на протяжении 6 мин. и более для работников на производстве согласно Руководствам МКЗНИ 2020 года

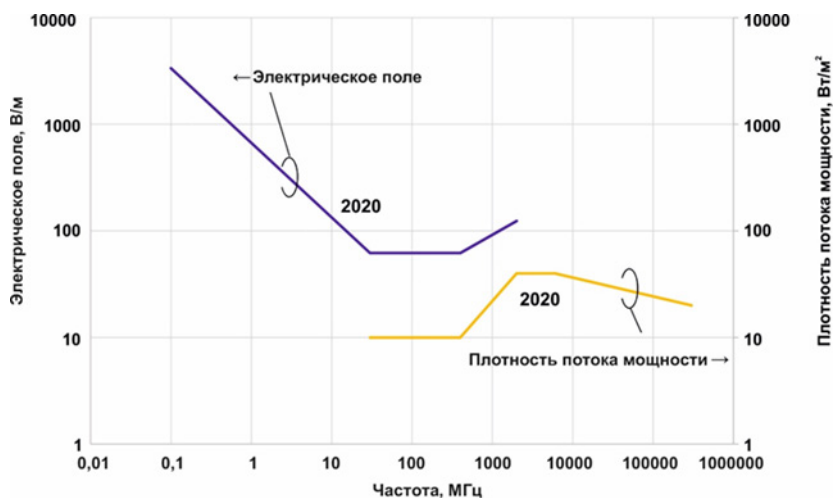


Таблица 4³⁴ содержит обзор основных ограничений, содержащихся в Руководствах МКЗНИ 2020 года.

Таблица 4: Краткий обзор Руководств МКЗНИ (2020 г.) – основные ограничения

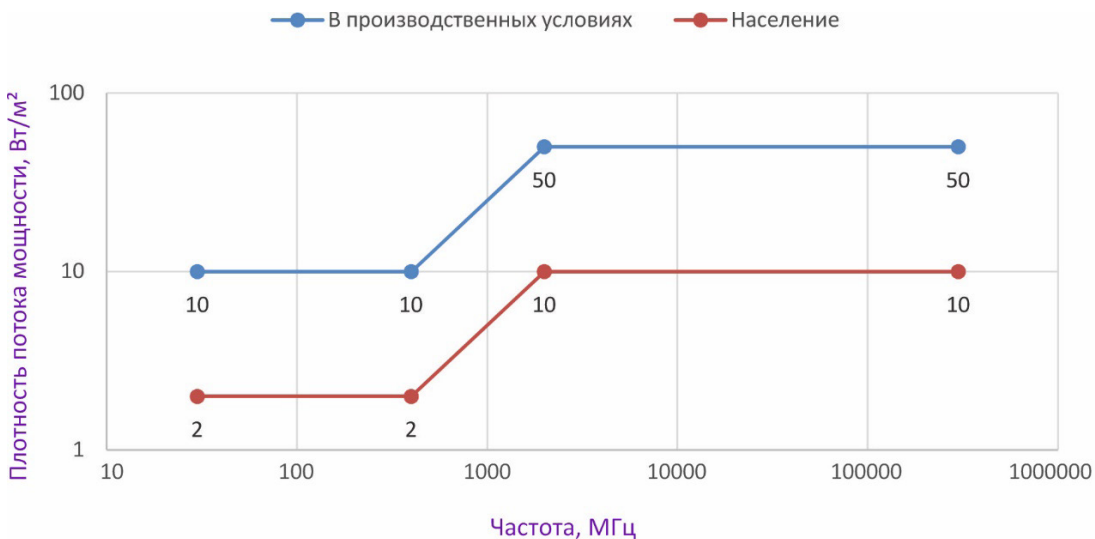
Параметр	Диапазон частот	ΔТ	Пространственное усреднение	Временное усреднение	Уровень воздействия на здоровье	Понижающий коэффициент	Работники на производстве	Понижающий коэффициент	Население
ΔТ для всего тела	100 кГц – 300 ГГц	1 °С	Среднее по всему телу	30 мин.	4 Вт/кг	10	0,4 Вт/кг	50	0,08 Вт/кг
Локальное ΔТ (голова и туловище)	100 кГц – 6 ГГц	2 °С	10 г	6 мин.	20 Вт/кг	2	10 Вт/кг	10	<u>2 Вт/кг</u>
Локальное ΔТ (конечности)		5 °С	10 г	6 мин.	40 Вт/кг	2	20 Вт/кг	10	4 Вт/кг
Локальное ΔТ (голова, туловище и конечности)	> 6–300 ГГц 30–300 ГГц	5 °С	4 см² 1 см²	6 мин. 6 мин.	200 Вт/м² 400 Вт/м²	2	100 Вт/м² 200 Вт/м²	10	20 Вт/м² 40 Вт/м²

Примечание. – ΔТ обозначает изменение температуры.

На следующих двух рисунках показаны различия в установленных Руководствами МКЗНИ 2020 года уровнях **напряженности поля** и **плотности потока энергии** при воздействии **в производственных условиях** и на **население** с усреднением за **30 минут по всему телу**. Отношение плотностей потока мощности в ваттах, равное 5, в Таблице 5 Руководств МКЗНИ 2020 года (например, 50/10 в диапазоне частот 30–400 МГц) дает следующее отношение напряженностей электрического поля в вольтах на метр: $61,0 / 27,7 = 2,2 \approx \sqrt{5}$.

³⁴ Данная таблица и три последующих рисунка подготовлены автором этой главы, Содокладчиком по Вопросу 7/2.

Рисунок 6: Сравнение уровней плотности потока мощности при воздействии в производственных условиях и на население в диапазоне частот 30 МГц – 300 ГГц из Таблицы 5 Руководств МКЗНИ 2020 года



Так как для всех частот в диапазоне от 100 кГц до 10 МГц должны соблюдаться строгие значения, на следующем рисунке показаны линии величины воздействия согласно Руководству МКЗНИ 2020 года, проведенные там, где имеют место воздействия согласно Руководству МКЗНИ 2010 года: для производственных условий ниже **6,94 МГц (170 В/м)**, как указано в Таблице 3 Руководства МКЗНИ 2010 года, и для населения ниже **6,27 МГц (83 В/м)**, как указано в Таблице 4 Руководства МКЗНИ 2010 года.

Рисунок 7: Сравнение уровней напряженности электрического поля при воздействии в производственных условиях и на население в диапазоне частот 0,1–2000 МГц из Таблицы 5 Руководств МКЗНИ 2020 года, ограниченных ниже ≈7 МГц согласно Таблицам 3 и 4 из Руководства МКЗНИ 2010 года

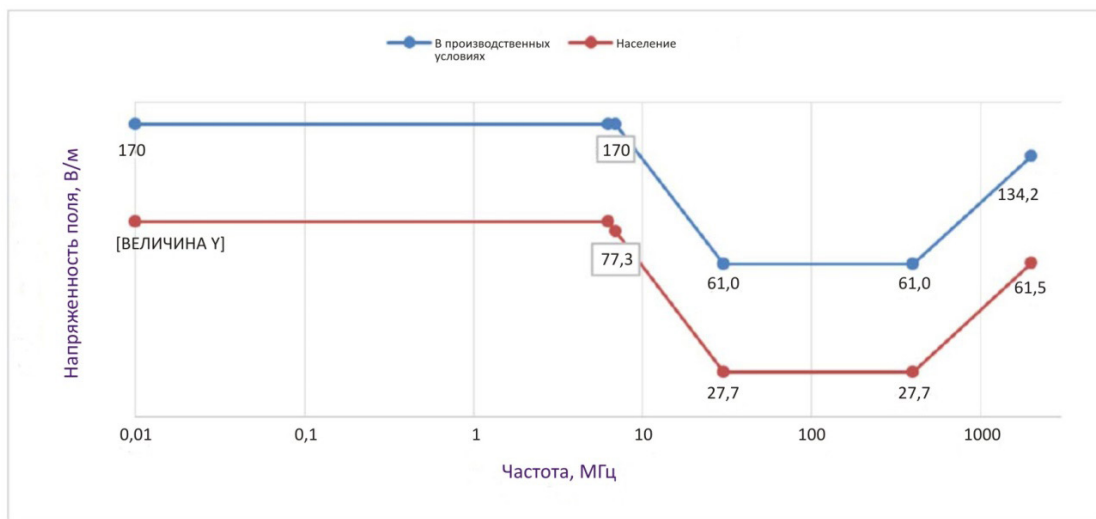
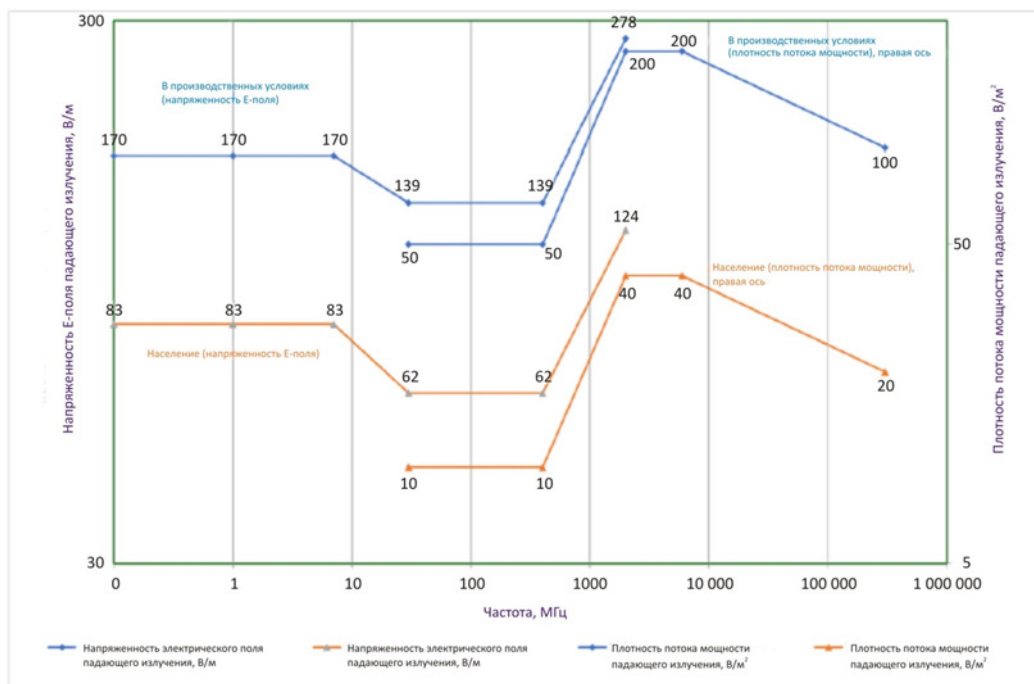


Рисунок 8 демонстрирует результаты сравнения уровней напряженности электрического поля и плотности потока мощности падающего излучения, усредненных за 6 минут, при локальном воздействии. Так как для всех частот в диапазоне от 100 кГц до 10 МГц необходимо соблюдать строгие значения в соответствии с Руководствами МКЗНИ 2010 года или 2020 года, для частот ниже 7 МГц применяются ограничения согласно Руководствам МКЗНИ 2010 года.

Рисунок 8: Сравнение уровней воздействия на население и в производственных условиях из Таблицы 6 Руководств МКЗНИ 2020 года



Примечание. – Единицы измерения по двум осям (то есть напряженность электрического поля и плотность потока мощности падающего излучения) не зависят друг от друга.

3.3 Стандарт IEEE C95.1-2019

Издание стандарта C95.1 в редакции 2019 года доступно для бесплатной загрузки с сайта программы IEEE Get Program. Сводка различий между этой и прежними редакциями опубликована в журнале IEEE Access³⁵.

3.3.1 Контролируемые уровни: коэффициенты запаса для диапазона частот 100 кГц – 6 ГГц; тепловые эффекты³⁶

- Усреднение по всему телу
 - Эффекты изменения поведения животных в широком диапазоне частот при пороговом уровне воздействия 4 Вт/кг, до введения в знаменатель коэффициентов запаса:
 - 10– 0,4 Вт/кг для верхнего уровня (в регламентированных условиях);
 - 50– 0,08 Вт/кг для нижнего уровня (в нерегламентированных условиях – население).
- Локальное воздействие (усредненное по объему ткани массой 10 г)
 - Наблюдалось возникновение катаракты у кроликов при пороговом уровне воздействия 100 Вт/кг, до введения в знаменатель коэффициентов запаса:
 - 10–10 Вт/кг для верхнего уровня;
 - 50–2 Вт/кг для нижнего уровня.
- SAR усредняется за 30 минут при воздействии на все тело и за 6 минут при локальном воздействии.
- Плотность потока мощности излучения, воздействующего на эпителий через поверхность тела, усредняется за 6 минут.

³⁵ William Bailey et al. (2019). *Synopsis of IEEE Standard C95.1™-2019 "IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz"*, IEEE Access, 7, 171346-171356.

³⁶ См. IEEE (2019 г.), p. 57.

3.3.2 Контролируемые дозиметрические пределы и контролируемый уровень воздействия³⁷

Приведенные ниже **Таблицы 5 и 6** содержат контролируемые дозиметрические пределы (DRL) для частот ниже и выше 6 ГГц. На отметке 6 ГГц имеет место разрыв.

Таблица 5: (Таблица 5 C95.1-2019). Контролируемые дозиметрические пределы (DRL) в диапазоне частот 100 кГц – 6 ГГц

Условия	Лица в нерегламентированных условиях, SAR, Вт/кг ^a	Лица в регламентированных условиях, SAR, Вт/кг ^a
Воздействие на все тело	0,08	0,4
Локальное воздействие ^b (голова и туловище)	<u>2</u>	<u>10</u>
Локальное воздействие ^b (конечности и ушные раковины)	4	20

^a SAR усредняется за 30 минут при воздействии на все тело и за 6 минут при локальном воздействии.

^b Усредняется по произвольному фрагменту ткани кубической формы массой 10 г. Фрагмент массой 10 г может быть представлен в виде куба объемом 10 см³ со стороны приблизительно 2,15 см.

[Адаптировано и перепечатано с разрешения IEEE. Авторские права IEEE, 2019 год. Все права сохранены.]

Таблица 6: (Таблица 6 C95.1-2019). DRL в диапазоне частот 6–300 ГГц

Условия	Плотность потока мощности на эпителии ^{a, b, c} , Вт/м ²	
	Лица в нерегламентированных условиях	Лица, допущенные к нахождению в регламентированных условиях
Поверхность тела	20	100

^a Плотность потока мощности излучения, воздействующего на эпителий через поверхность тела, усредняется за 6 минут.

^b Усредняется по любому участку квадратной формы поверхности тела площадью 4 см² в диапазоне частот 6–300 ГГц (определяемого как участок квадратной формы на поверхности тела).

^c Воздействие на небольшие участки на частотах выше 30 ГГц; если площадь затронутого участка поверхности тела невелика (менее 1 см² по уровню –3 дБ относительно пикового уровня воздействия), допускается, чтобы плотность потока мощности излучения на эпителии превышала значения DRL из Таблицы 6 не более чем в 2 раза, при размере площади усредняемого участка 1 см² (определяемого как участок квадратной формы на поверхности тела).

[Адаптировано и перепечатано с разрешения IEEE. Авторские права IEEE, 2019 год. Все права сохранены.]

Таблицы 7 и 8 не содержат значений напряженности электрического и магнитного полей для частот выше 400 МГц.

Таблица 7 содержит контролируемые уровни воздействия (ERL) на все тело для лиц в нерегламентированных условиях с усреднением за 30 минут.

³⁷ См. IEEE (2019 г.), Таблицы 5–8, Рисунки 3 и 4.

Таблица 7: (Таблица 7 C95.1-2019). Контролируемые уровни воздействия (ERL) в диапазоне частот 100 кГц – 300 ГГц

Диапазон частот, МГц	Напряженность электрического поля $E^{a,b,c}$, В/м	Напряженность магнитного поля $H^{a,b,c}$, А/м	Плотность потока мощности $S^{a,b,c}$, Вт/м ²	
			SE	SH
0,1–1,34	614	$16,3/f_M$	SE	SH
1,34–30			1000	$100\,000/f_M^2$
30–100	27,5	$158,3/f_M^{1,668}$	2	$9\,400\,000/f_M^{3,336}$
100–400		0,0729	2	
400–2000			$f_M/200$	
2000–300 000			10	

Примечание. – S_E и S_H представляют собой значения плотности потока мощности эквивалентной плоской волны, вычисленные по напряженности электрического или магнитного поля соответственно. Они обычно используются для удобства сравнения со значениями ERL на более высоких частотах и иногда отображаются на широко используемых измерительных приборах.

^a При воздействии, однородном в масштабе тела человека, например в определенных режимах воздействия плоской волны в дальнем поле, напряженность и плотность потока мощности воздействующего поля сравниваются с ERL из Таблицы 7 стандарта IEEE 95.1. При более типичном неоднородном воздействии с ERL из Таблицы 7 стандарта IEEE 95.1 сравниваются средние значения параметров воздействующего поля, полученные путем пространственного усреднения плотностей потока мощности эквивалентной плоской волны или квадратов напряженности поля.

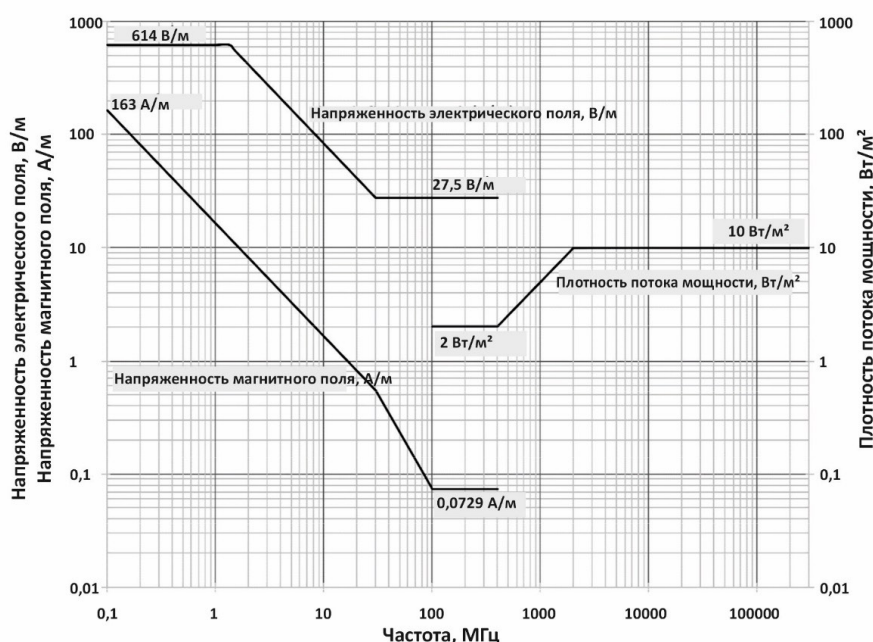
^b f_M – частота в МГц.

^c Значения E , H и S – это среднеквадратические значения, невозмущенные в присутствии тела.

[Адаптировано и перепечатано с разрешения IEEE. Авторские права IEEE, 2019 год. Все права сохранены.]

Рисунок 9 воспроизводит Рисунок 3 стандарта C95.1-2019 – Графическое представление ERL из Таблицы 7 стандарта IEEE, напряженностей электрического и магнитного полей и плотности потока мощности эквивалентной плоской волны – Лица в **нерегламентированных** условиях.

Рисунок 9: (Рисунок 3 C95.1-2019). ЭМП и плотность потока мощности в **нерегламентированных** условиях



Источник: Адаптировано и перепечатано с разрешения IEEE. Авторские права IEEE, 2019 год. Все права сохранены.

Примечание³⁸. – На частотах ниже 30 МГц длина волны превышает 10 метров. Резонанс с телом человека, рост которого менее 2 метров, отсутствует. Тело человека не является препятствием для сигнала, поглощая только небольшую часть энергии радиочастотного излучения.

Таблица 8 подробно воспроизводит Таблицу 8 стандарта IEEE C95.1-2019 "ERL при воздействии на все тело лиц, допущенных к нахождению в регламентированных условиях, в диапазоне частот 100 кГц – 300 ГГц с усреднением за 30 минут".

Таблица 8: (Таблица 8 C95.1-2019). ERL в регламентированных условиях в диапазоне частот 100 кГц – 300 ГГц

Диапазон частот, МГц	Напряженность электрического поля $E^{a,b,c}$, В/м	Напряженность магнитного поля $H^{a,b,c}$, А/м	Плотность потока мощности $S^{a,b,c}$, Вт/м ²	
			S_E	S_H
0,1–1,0	1 842	$16.3/f_M$	S_E	S_H
1,0–30	$1 842/f_M$		9 000	$100 000 f_M^2$
30–100	61.4		$9 000 / f_M^2$	
100–400			0.163	10
400–2000			$f_M/40$	
2000–300 000			50	

Примечание. – S_E и S_H представляют собой значения плотности потока мощности эквивалентной плоской волны, вычисленные по напряженности электрического или магнитного поля соответственно. Они обычно используются для удобства сравнения со значениями ERL на более высоких частотах и иногда отображаются на широко используемых измерительных приборах.

^a При воздействии, однородном в масштабе тела человека, например в определенных режимах воздействия плоской волны в дальнем поле, напряженность и плотность потока мощности воздействующего поля сравниваются с ERL из Таблицы 8 стандарта IEEE 95.1. При более типичном неоднородном воздействии с ERL из Таблицы 8 стандарта IEEE 95.1 сравниваются средние значения параметров воздействующего поля, полученные путем пространственного усреднения плотностей потока мощности эквивалентной плоской волны или квадратов напряженности поля.

^b f_M – частота в МГц.

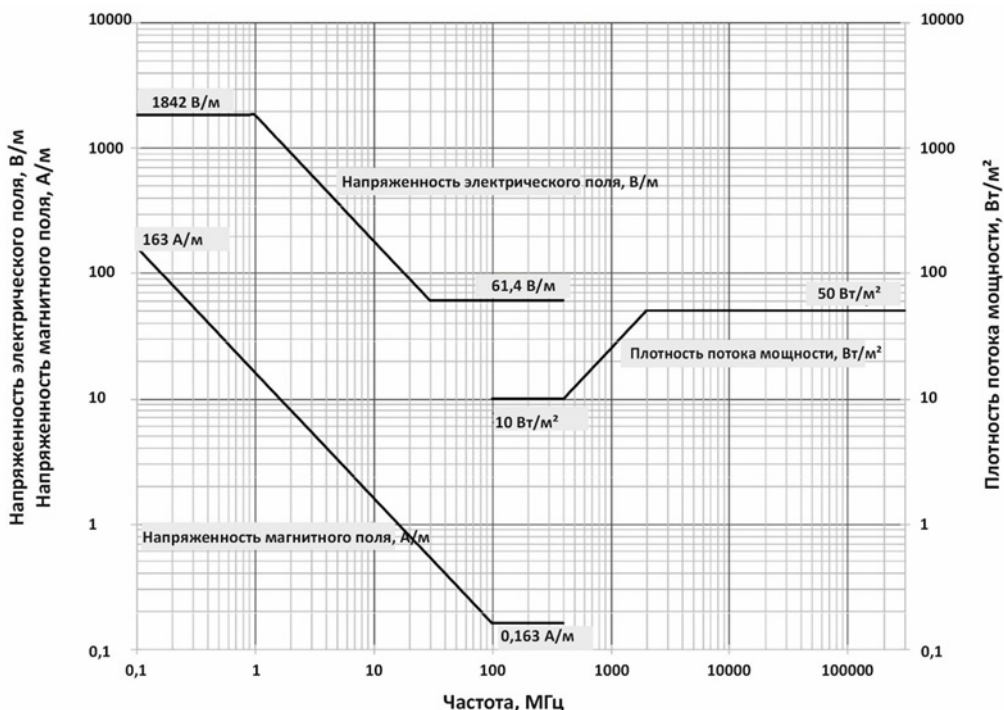
^c Значения E , H и S – это среднеквадратические значения, невозмущенные в присутствии тела.

[Адаптировано и перепечатано с разрешения IEEE. Авторские права IEEE, 2019 год. Все права сохранены.]

Рисунок 10 воспроизводит Рисунок 4 стандарта C95.1-2019 – Графическое представление ERL из Таблицы 8 стандарта IEEE, напряженностей электрического и магнитного полей и плотности потока мощности эквивалентной плоской волны – Лица, допущенные к нахождению в **регламентированных** условиях.

³⁸ Это примечание отсутствует в стандарте IEEE 95.1.

Рисунок 10: (Рисунок 4 C95.1-2019). ЭМП и плотность потока мощности в регламентированных условиях



Источник: Адаптировано и перепечатано с разрешения IEEE. Авторские права IEEE, 2019 год. Все права сохранены.

3.3.3 Сравнение Руководств МКЗНИ 1998 года, стандарта IEEE 95.1-2019 и Руководств МКЗНИ 2020 года

3.3.3.1 Стандарт IEEE C95.1-2019 и Руководства МКЗНИ 2020 года в основном согласованы между собой

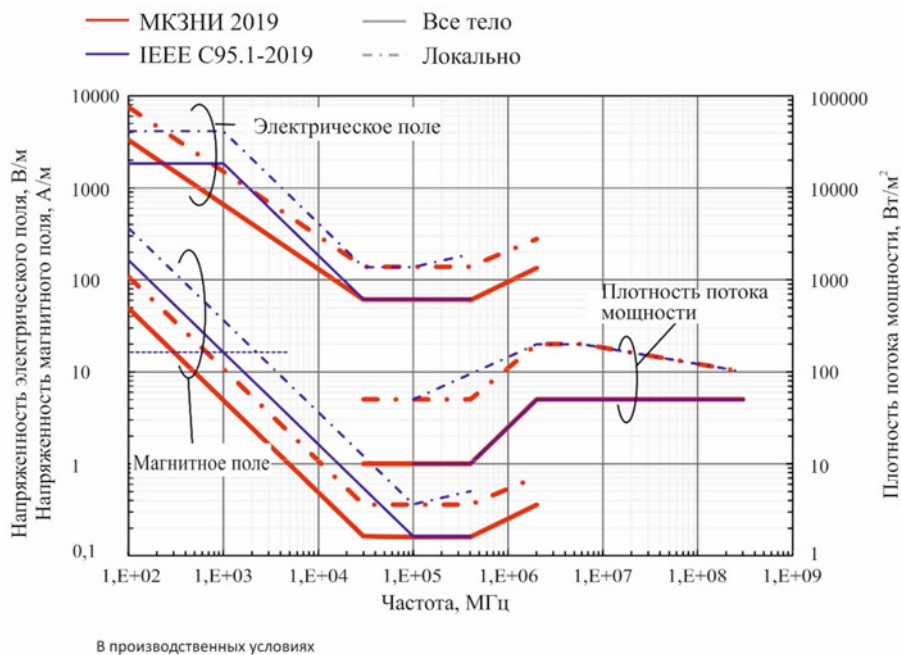
В Руководствах МКЗНИ 1998 и 2020 годов, а также в стандарте IEEE 2019 года отдельно рассматривается воздействие на лиц в нерегламентированных условиях (население) и лиц, допущенных к нахождению в регламентированных (производственных) условиях. Основные ограничения и контролируемые уровни **плотности потока мощности**, установленные Руководствами МКЗНИ 2020 года и стандартом IEEE для случая воздействия непрерывных полей на все тело, **на частотах выше 30 МГц идентичны**.

- SAR равняется 2 Вт/кг для населения и 10 Вт/кг в производственных условиях.
- Контролируемые уровни воздействия составляют:
 - в диапазоне частот 400–2000 МГц – f для населения и f в производственных условиях;
 - в диапазоне частот 2000–300 000 МГц – 10 Вт/м^2 для населения и 50 Вт/м^2 в производственных условиях.

Следующие три рисунка демонстрируют, что стандарт IEEE C95.1-2019 и Руководства МКЗНИ 2020 года **в основном согласованы между собой**.

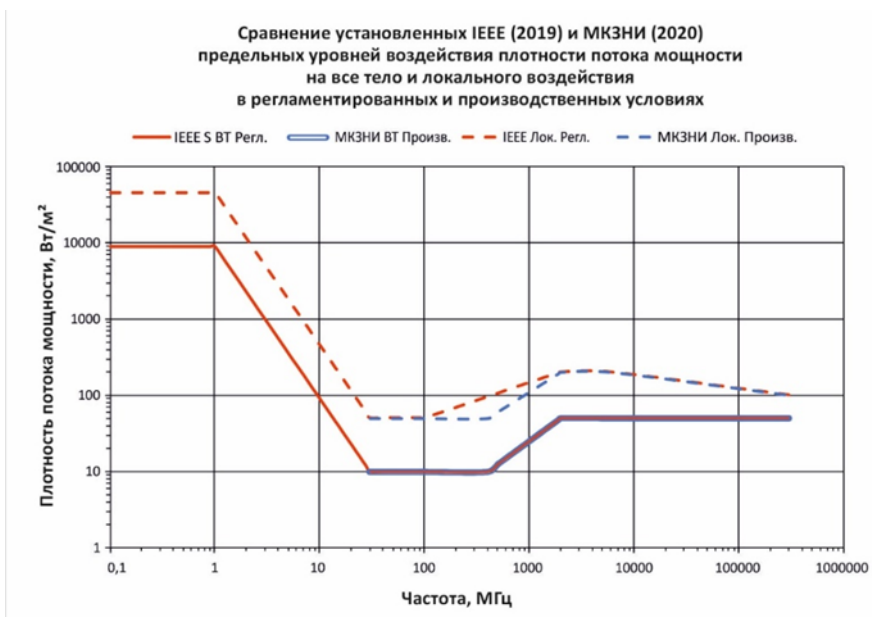
Рисунок 11 иллюстрирует сравнение контролируемых пределов (RL), установленных Руководствами МКЗНИ и стандартом IEEE в отношении воздействия в производственных условиях.

Рисунок 11: Контролируемые пределы (RL), установленные Руководствами МКЗНИ и стандартом IEEE в отношении воздействия в производственных условиях



Источник: Akimasa Hirata³⁹.

Рисунок 12: Предельные уровни воздействия на все тело и локального воздействия, установленные стандартом IEEE C95.1-2019 и Руководствами МКЗНИ (2020 г.)



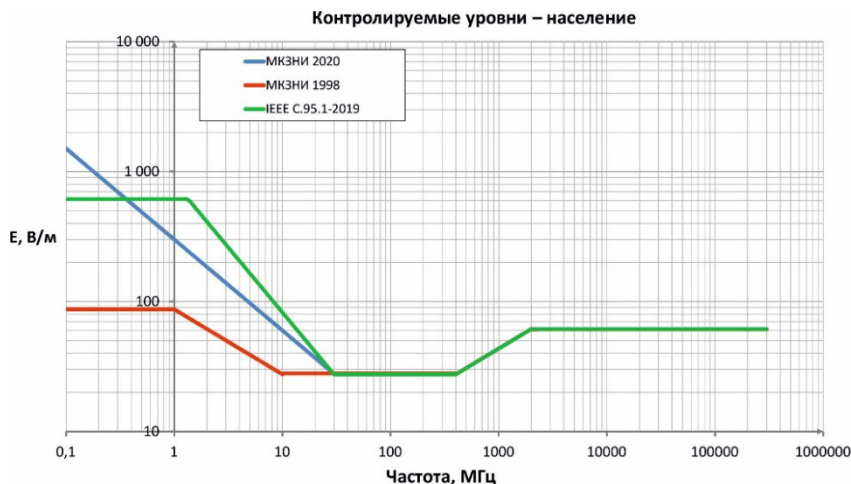
Источник: Рик Телл (IEEE/ICES), 4 июня 2020 года.

Рисунок 13 иллюстрирует сравнение контролируемых уровней, установленных Руководствами МКЗНИ 1998 года, стандартом IEEE 2019 года и Руководствами МКЗНИ 2020 года в отношении воздействия на население. Пояснение: контролируемые уровни напряженности электрического поля даны в Руководствах МКЗНИ 2020 года до частоты 2000 МГц, однако единицы напряженности электрического поля (В/м) и измерения в них удобны для многих администраций, поскольку позволяют контролировать именно

³⁹ Akimasa Hirata. Human Exposure Standards and Compliance Assessment—5G and Beyond. Основной докладчик на открытом пленарном заседании конференции [EMC Europe-2020](#), проходившем 23 сентября 2020 года. N.B. На рисунке значится "Руководства МКЗНИ 2019 года" вместо "Руководства МКЗНИ 2020 года".

напряженность поля, а не плотность потока мощности. Так как для всех частот в диапазоне от 100 кГц до 10 МГц необходимо соблюдать строгие значения в соответствии с Руководствами МКЗНИ 2010 года или 2020 года, для частот ниже 6,27 МГц предел для населения составляет 83 В/м.

Рисунок 13: Контролируемые уровни, установленные Руководствами МКЗНИ 1998 года, стандартом IEEE 2019 года и Руководствами МКЗНИ 2020 года в отношении воздействия на население



Источник: Д-р Фридерик Левицкий⁴⁰.

3.3.3.2 Пределы для сотовых телефонов, установленные Руководствами МКЗНИ 1998 года, Руководствами МКЗНИ 2020 года и стандартом IEEE 2019 года

Население испытывает наибольшее воздействие от портативных устройств, таких как мобильные телефоны, большая часть радиочастотной (РЧ) энергии которых поглощается в мозге и окружающих тканях. Типичный уровень воздействия на мозг от портативных телефонов на несколько порядков выше, чем от базовых станций подвижной связи на крышах или от наземных станций телевидения и радиостанций. Что касается уровней воздействия, то проводится различие между фиксированными излучающими передатчиками базовых станций и портативными телефонами. Воздействие дальнего поля⁴¹ от станций фиксированной беспроводной связи поддается практическому сравнению с предельными уровнями плотности потока мощности или напряженности поля, так как легко моделируется и измеряется. С другой стороны, телефонная трубка используется вблизи от тела пользователя, поэтому тело и конструкция телефона оказывают сильное влияние на РЧ-ЭМП в ближнем поле⁴². Удельная поглощенная мощность (SAR)⁴³ связана с напряженностью внутреннего электрического поля и, следовательно, с повышением температуры, обусловленным поглощением энергии РЧ-ЭМП. SAR используется для определения пороговых уровней главным образом для источников излучения, используемых вблизи от тела, в том числе телефонных трубок и ноутбуков.

Производители обеспечивают соблюдение международных стандартов соответствия, чтобы устройство, которое прошло тестирование, при работе на максимальной мощности соответствовало применимым международным или национальным предельным нормам. Телефонная трубка работает на повышенной выходной мощности в самых консервативных условиях (препятствия или большое расстояние до базовой станции) и на минимальной выходной мощности в наилучших условиях связи (в зоне прямой видимости

⁴⁰ F. Lewicki. [Electromagnetic fields and 5G implementation](#), доклад на региональном симпозиуме МСЭ для стран Европы и СНГ по управлению использованием спектра и радиовещанию, 2 июля 2020 года.

⁴¹ На основании Рекомендации МСЭ-Т К.61 в Рекомендации МСЭ-Т К.91 поле дальней зоны определяется как: "Область поля антенны, где угловое распределение поля не зависит существенно от расстояния до антенны. В дальней зоне поле в основном соответствует полю плоской волны, то есть оно характеризуется локально однородным распределением напряженности электрического поля и напряженности магнитного поля в плоскостях, перпендикулярных к направлению распространения волны".

⁴² На основании Рекомендации МСЭ-Т К.52 в Рекомендации МСЭ-Т К.91 поле ближней зоны определяется как: "Область ближнего поля, которая существует вблизи антенны или другого излучающего источника, где электрические и магнитные поля не имеют по существу характера плоской волны и значительно изменяются от точки к точке".

⁴³ SAR является производной по времени от дополнительной энергии (dW), поглощаемой (рассеиваемой) дополнительной массой, содержащейся в единице объема при заданной массовой плотности. См. также Рекомендацию МСЭ-Т К.52.

и вблизи от базовой станции). Максимальный уровень SAR для различных мобильных телефонов различается в зависимости от технологии и многих других факторов: например, SAR зависит, помимо прочего, от таких технических параметров, как используемая антенна и ее размещение в устройстве.

Таблица 4 Руководств МКЗНИ 1998 года устанавливала уровень SAR при локализованном воздействии (голова и туловище) на население в диапазонах частот 10 МГц – 10 ГГц и 100 кГц – 10 МГц, усредненный по фрагменту ткани массой 10 г, равным **2,0 Вт·кг⁻¹**. Ограничения на уровень SAR при локальном воздействии в диапазоне частот 100 кГц – 6 ГГц, устанавливаемые Руководствами МКЗНИ 2020 года, приводятся в Таблице 2 Руководств МКЗНИ 2020 года "Основные ограничения на воздействие электромагнитного поля в диапазоне частот 100 кГц – 300 ГГц при интервалах усреднения, больших или равных 6 мин.". В настоящем отчете приведена сводка этих ограничений (**Таблица 4: "Краткий обзор Руководств МКЗНИ (2020 г.)"**). Значения не изменились относительно Руководств МКЗНИ 1998 года и по-прежнему равняются **2,0 Вт·кг⁻¹**.

В Руководствах МКЗНИ 2020 года вводится новое основное ограничение: плотность поглощенной мощности S_{ab} при воздействии на население в диапазоне 6–300 ГГц не должна превышать 20 Вт/м² (см. Таблицы 1 и 2 этой редакции Руководств). Дополнительные контролируемые уровни локального воздействия, усредненные за 6 минут, даются в Таблице 6 Руководств МКЗНИ 2020 года. Что должно использоваться для контроля соответствия – основное ограничение или контролируемый уровень, – определяется примечаниями 5 и 6 к Таблице 6 (**Таблица 3** настоящего Отчета, см. подчеркнутые примечания). Новые основные ограничения и контролируемые уровни применяются для устройств Международной подвижной электросвязи (ИМТ) 5G, работающих на более высоких частотах.

На стр. 78 стандарта IEEE C95.1 (2005) говорится: "Изменены пиковые усредненные по пространству значения SAR при воздействии на население и воздействии в регламентируемых условиях: вместо 1,6 Вт/кг и 8 Вт/кг они установлены равными 2 Вт/кг и 10 Вт/кг соответственно". Аналогичное предложение содержится на стр. 72 стандарта IEEE C95.1-2019. Таким образом, вместо установленного в 1995 году уровня SAR, равного 1,6 Вт/кг, в 2005 году был установлен уровень 2 Вт/кг, который остался неизменным в стандарте IEEE C95.1-2019. **Таблица 5** (Таблица 5 C95.1-2019) "Контролируемые дозиметрические пределы (DRL) в диапазоне частот 100 кГц – 6 ГГц" настоящего Отчета устанавливает уровень в 2 Вт/кг для локального воздействия (голова и туловище) для лиц в нерегламентированных условиях. На стр. 112–113 стандарта IEEE C95.1-2019 пояснено, что причиной изменения был переход от чисто дозиметрических обоснований, использовавшихся в прежней редакции, к биологическим.

3.4 Дополнительные международные справочные документы

3.4.1 Рекомендации МСЭ-Т серии К и добавления к ним

5-я Исследовательская комиссия МСЭ-Т (Окружающая среда, изменение климата и циркуляционная экономика) проявляла особую активность в разработке рекомендаций по защите от РЧ-ЭМП, а также измерению и расчету их параметров. Ниже перечислены важнейшие Рекомендации МСЭ-Т (стандарты) по вопросам ЭМП, а также добавления к ним⁴⁴:

- Рекомендация [МСЭ-Т К.52](#): Руководство по соответствию предельным уровням воздействия электромагнитных полей на человека;
- Рекомендация [МСЭ-Т К.61](#): Руководство по измерению и численному прогнозу электромагнитных полей установок электросвязи на соответствие пределам воздействия на человека;
- Рекомендация [МСЭ-Т К.70](#): Методы ослабления влияния для ограничения воздействия ЭМП на человека вблизи станций радиосвязи;
- Рекомендация [МСЭ-Т К.83](#): Мониторинг уровней электромагнитных полей;
- Рекомендация [МСЭ-Т К.90](#): Методы оценки и рабочие процедуры для обеспечения соблюдения пределов воздействия электромагнитных полей промышленной частоты на персонал оператора сети;
- Рекомендация [МСЭ-Т К.91](#): Руководство по оценке, измерению и мониторингу воздействия радиочастотных электромагнитных полей на человека;

⁴⁴ МСЭ-Т. [Рекомендации МСЭ-Т серии К](#).

- Рекомендация [МСЭ-Т К.100](#): Измерение радиочастотных электромагнитных полей для определения соблюдения требований о минимальных уровнях воздействия на человека при введении в эксплуатацию базовой станции;
- Рекомендация [МСЭ-Т К.113](#): Составление карт уровней электромагнитных полей радиочастотного диапазона;
- Рекомендация [МСЭ-Т К.122](#): Уровни воздействия излучений в непосредственной близости от антенн станций радиосвязи;
- Рекомендация [МСЭ-Т К.145](#): Оценка соответствия и управление соответствием предельно допустимым уровням воздействия радиочастотных электромагнитных полей для работников на площадках и объектах радиосвязи.

Как свидетельствует приведенный список, на сегодняшний день уже имеется всеобъемлющий набор Рекомендаций (стандартов) МСЭ для реагирования на реалистичные опасения, связанные с воздействием РЧ-ЭМП от сетей и устройств.

Добавления к Рекомендациям МСЭ-Т серии К включают:

- [К Suppl. 1](#): МСЭ-Т К.91 – Руководство по вопросам воздействия электромагнитных полей на здоровье;
- [К Suppl. 4](#): МСЭ-Т К.91 – Соображения относительно электромагнитных полей в "умных" устойчивых городах;
- [К Suppl. 9](#): Технология 5G и воздействие радиочастотных электромагнитных полей на человека;
- [К Suppl. 13](#): Уровни воздействия радиочастотного электромагнитного поля (РЧ-ЭМП) мобильных и переносных устройств в различных условиях эксплуатации;
- [К Suppl. 14](#): Влияние пределов воздействия РЧ-ЭМП более жестких, чем в руководящих указаниях МКЗНИ или IEEE, на развертывание сетей подвижной связи 4G и 5G;
- [К Suppl. 16](#): Оценки соответствия электромагнитного поля в беспроводных сетях 5G;
- [К Suppl. 19](#): Напряженность электромагнитных полей (ЭМП) в поездах подземных железных дорог;
- [К Suppl. 20](#): МСЭ-Т К.91 – Добавление по вопросам оценки воздействия электромагнитного поля вокруг подземных базовых станций.

Благодаря плодотворной работе 5-й Исследовательской комиссии Рекомендации МСЭ-Т серии К и добавления к ним регулярно пересматриваются. Последние их версии можно найти по ссылке: <https://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=K>.

3.4.2 Отчет МСЭ-R SM.2452

Опубликованный Сектором радиосвязи МСЭ в июне 2019 года Отчет МСЭ-R SM.2452⁴⁵ об измерении электромагнитных полей для оценки их воздействия на человека содержит информацию о наиболее важных измерениях. Во введении к Отчету подчеркивается: "В связи с распространением по всему миру радиоустановок всех типов возникает настоятельная необходимость проведения тщательных измерений". Ниже приводится его оглавление, дающее представление о темах, которые рассматриваются в этом важнейшем отчете МСЭ-R:

- 1 Введение
- 2 Нормативно-правовая база
 - 2.1 Руководства МКЗНИ 1998 года для зон вокруг передатчиков: эталонные уровни
 - 2.2 Представление карт расчетной напряженности поля вокруг передатчиков
- 3 Практическое руководство по измерениям ЭМП для оценки воздействия на человека
 - 3.1 Основные знания для успешного оценочного измерения ЭМП
 - 3.2 Измерительные приборы с особыми функциями для оценки ЭМП

⁴⁵ МСЭ-R. Отчет МСЭ-R [SM.2452](#). "Измерения электромагнитных полей для оценки их воздействия на человека".

- 3.3 Уменьшение числа точек измерения в пространстве
- 3.4 Сокращение времени наблюдения и экстраполяция до максимального воздействия
- 3.5 Как оценить воздействие, обусловленное конкретными службами
- 4 Библиографическая справка
- 5 Глоссарий и аббревиатуры

3.4.3 Стандарты Международной электротехнической комиссии

Ниже перечислены недавно обновленные стандарты и технические отчеты Международной электротехнической комиссии (МЭК)⁴⁶, опубликованные в 2018–2019 годах:

- [IEC TR 62669:2019](#), издание 2.0: Исследования конкретных ситуаций в поддержку IEC 62232 – Определение напряженности радиочастотного поля, плотности потока мощности и удельной поглощенной мощности (SAR) вблизи базовых станций радиосвязи в целях оценки воздействия на человека (с изменениями и дополнениями для 5G);
- [IEC TR 63170:2018](#), издание 1.0 (15.08.2018): Методика измерения для оценки плотности мощности, связанной с воздействием на человека радиочастотных полей от устройств беспроводной связи, работающих в диапазоне частот 6–100 ГГц (применения 5G);
- [IEC PAS 63151:2018](#), издание 1.0 (15.01.2018): Методика измерения для оценки удельной поглощенной мощности при воздействии на человека радиочастотных полей от портативных и закрепленных на теле устройств беспроводной связи – Векторные системы измерения (диапазон частот 30 МГц – 6 ГГц);
- [IEC TR 62905:2018](#), издание 1.0 (06.02.2018): Методы оценки воздействия для систем беспроводной передачи энергии;
- [IEC TR 63167:2018](#), издание 1.0 (05.06.2018): Оценка контактного тока, связанного с воздействием электрических, магнитных и электромагнитных полей на человека.

Другие важные стандарты и отчеты МЭК:

Стандарты:

- [IEC 62209-1](#) (2016 г.): Методика измерения для оценки удельной поглощенной мощности при воздействии на человека радиочастотных полей от портативных и закрепленных на теле устройств беспроводной связи – Часть 1. Устройства, используемые в непосредственной близости к уху (диапазон частот 300 МГц – 6 ГГц);
- [IEC 62232](#) (2017 г.): Определение напряженности радиочастотного поля, плотности потока энергии и удельной поглощенной мощности (SAR) вблизи базовых станций радиосвязи в целях оценки воздействия на человека.

Отчеты:

- | | | |
|--|---------------------------------|----------------|
| – IEC TR36170 ⁴⁷ | Технический отчет | июль 2018 года |
| – IEC/IEEE 62704-5 ⁴⁸ | Внутренний стандарт (расчетный) | май 2020 года |

⁴⁶ Международная электротехническая комиссия (МЭК). <https://www.iec.ch/homepage>.

⁴⁷ МЭК. [IEC TR 63170:2018](#). Методика измерения для оценки плотности мощности, связанной с воздействием на человека радиочастотных полей от устройств беспроводной связи, работающих в диапазоне частот 6–100 ГГц.

⁴⁸ МЭК и IEEE. [IEC/IEEE 62704-5](#). Определение пикового значения SAR от устройств беспроводной связи в организме человека, диапазон частот 30 МГц – 6 ГГц: Часть 4. Общие требования к применению метода конечных элементов для расчета SAR.

(продолжение)

- [IEC / IEEE 63195-1](#)⁴⁹ Внутренний стандарт 6–100 ГГц, декабрь 2020 года (измерительный)

Основными международными стандартами на измерение SAR в голове человека являются IEC 62209-1 и IEEE 1528.

3.4.4 Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE)

- [IEEE 1528](#) (2003 г.): Практические рекомендации IEEE по определению пиковой усредненной по пространству удельной поглощенной мощности (SAR) в голове человека от устройств беспроводной связи: методика измерения
- Стандарт [IEEE C95.1-2005](#): Уровни безопасности в отношении воздействия на человека радиочастотных электромагнитных полей, 3 кГц – 300 ГГц;
- [IEEE C95.1-2019](#): Стандарт IEEE для уровней безопасности в отношении воздействия на человека радиочастотных электромагнитных полей, 0 Гц – 300 ГГц.

3.4.5 Резюме: примеры передового опыта, международные предельные уровни воздействия РЧ-ЭМП

Администрациям рекомендуется следовать Руководствам МКЗНИ, Стандарту IEEE или предельно допустимым уровням, установленным их собственными экспертами. Передовым опытом для администраций, решивших использовать международные предельно допустимые уровни РЧ-ЭМП, является ограничение уровней воздействия до пороговых значений, содержащихся в Руководствах МКЗНИ (2020 г.).

⁴⁹ МЭК и IEEE. [IEC/IEEE 63195-1](#). Методика измерения для оценки плотности мощности при воздействии на человека радиочастотных полей от устройств, работающих в непосредственной близости от головы и тела – диапазон частот 6–300 ГГц.

Глава 4 – Политика, направленная на ограничение воздействия радиочастотных полей

Развертывание беспроводных сетей стандарта 5G вызвало в некоторых странах опасения общественности относительно воздействия на человека электромагнитных полей (ЭМП) от этих сетей. В этой главе дается сводка основных регуляторных мер по ограничению воздействия РЧ-ЭМП, принятых в различных странах, и практики стран по установлению предельных уровней воздействия.

4.1 Руководящие принципы регулирования на национальном уровне

В настоящее время в мире сосуществуют несколько систем установления предельных уровней воздействия РЧ-ЭМП⁵⁰. В октябре 2019 года IEEE выпустил пересмотренную версию стандарта C95.1⁵¹. Предыдущие редакции стандарта были приняты Американским Самоа, Боливией, Микронезией, Гуамом, Ираком, Маршалловыми Островами, Северными Марианскими Островами, Палау, Пуэрто-Рико, Соединенными Штатами и Виргинскими Островами Соединенных Штатов для оценки воздействия радиопередатчиков. В Боливии, Канаде, Кубе, Индии, Исламской Республике Иран, Ираке, Панаме, Республике Корея, США и Вьетнаме были установлены предельные уровни воздействия на основе стандарта IEEE C95.1-1992 для оценки воздействия в ближнем поле от мобильных телефонов и приемопередающих радиостанций.

В марте 2020 года в журнале *Health Physics*⁵² была опубликована пересмотренная версия Руководств МКЗНИ по ограничению воздействия РЧ-ЭМП. В большинстве стран и регионов мира применяются нормы безопасности, установленные Руководствами МКЗНИ 1998 года. Сводка различий между Руководствами МКЗНИ 2020 и 1998 годов опубликована в интернете⁵³. В феврале 2021 года Австралия стала одной из первых стран, включивших руководства МКЗНИ (2020 г.) в национальный стандарт⁵⁴.

ВОЗ на своем сайте признает как Руководства МКЗНИ, так и стандарт IEEE, но рекомендует применять Руководства МКЗНИ. Эти две организации по стандартизации приложили немало усилий для согласования своих нормативных документов. Предельные уровни, установленные IEEE C95.1-2019 и Руководствами МКЗНИ 2020 года, по большей части согласованы, и на частотах выше 30 МГц предельные значения плотности потока мощности непрерывных полей для случая воздействия на все тело установлены идентичными. Стандарт C95.1-2019 устанавливает те же предельные уровни воздействия в ближнем поле, что и Руководства МКЗНИ 2020 года.

Некоторые страны, например Бельгия, Италия, Люксембург и Швейцария, установили более строгие предельные уровни воздействия, чем рекомендовано МКЗНИ. В Российской Федерации традиционно установлена строгая система предельных уровней. Индия приняла стандарт МКЗНИ, но в сентябре 2012 года пересмотрела предельные уровни воздействия в дальнем поле и установила их на уровне 1/10 от установленных Руководствами МКЗНИ. В Китае применяется другой подход к установлению предельных уровней воздействия и результирующие нормы гораздо строже рекомендуемых МКЗНИ.

4.2 Национальная практика обеспечения соблюдения предельных уровней воздействия

С ростом популярности мобильных телефонов возникает необходимость в сооружении большого числа базовых станций для повышения качества связи и удовлетворения растущего спроса на беспроводную передачу данных. Технические характеристики стандарта 5G делают эту задачу еще более актуальной. Поэтому во многих странах была внедрена та или иная практика обеспечения соблюдения предельных уровней воздействия.

⁵⁰ WHO. [The Global Health Observatory](#).

⁵¹ IEEE (2019) [IEEE C95.1-2019](#). IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz.

⁵² ICNIRP (2020). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (ICNIRP). [RF EMF Guidelines 2020](#). Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz) 2020. *Health Physics*, 118(5):483-524, May 2020.

⁵³ ICNIRP. [Differences between the ICNIRP \(2020\) and previous guidelines](#).

⁵⁴ Австралийское агентство радиационной защиты и ядерной безопасности (ARPANSA). [ARPANSA releases new Australian radio wave safety standard](#), 25 February 2021.

С переходом технологий беспроводной связи от стандарта 2G к 4G операторы связи в разных странах спланировали и реализовали совместное использование инфраструктуры, чтобы свести к минимуму число базовых станций и антенн, а также снизить затраты на их сооружение. Например, в 2014 году в Китае была учреждена крупная компания по сооружению, эксплуатации и обслуживанию инфраструктуры – China Tower Corporation Limited (China Tower)⁵⁵. Эта компания, основанная тремя крупнейшими операторами, отвечает за предоставление инфраструктуры связи. Операторы совместно используют мачты для размещения своего оборудования, а China Tower согласовывает требования трех операторов и разрабатывает комплексный план установки антенн, позволяющий снизить излишнее воздействие РЧ-ЭМП на население.

В Бурунди⁵⁶ была принята надлежащая нормативно-правовая база для управления инфраструктурой электросвязи, позволяющая эффективно организовать установку антенн и мачт. К таким инициативам относится разработка в сотрудничестве с МСЭ надлежащей нормативно-правовой базы Бурунди для управления совместным использованием инфраструктуры электросвязи, реализация которого окажет на сектор влияние и приведет к улучшению ситуации в регуляторном, техническом и финансовом аспектах. Наконец, внедрение руководящих указаний, устанавливающих предельно допустимые значения и пороговые уровни, позволит обеспечить соблюдение предельных уровней воздействия.

На Гаити⁵⁷ были приняты меры для обеспечения строгого контроля со стороны Национального совета по электросвязи (CONATEL) за развертыванием инфраструктуры беспроводной связи, необходимой для общенационального покрытия, в целях регулирования числа объектов радиосвязи в стране.

Сенегал⁵⁸ получил сведения об опасениях, касающихся воздействия неионизирующего излучения на население, из различных исследований, выполняемых международными организациями. В Сенегале было проведено несколько кампаний по выполнению измерений для оценки воздействия РЧ-ЭМП, а также закуплено оборудование для контроля уровня электромагнитных полей по всей стране. Кампании СЕМ-RNI (*Champ Électromagnétique – Rayonnements Non-Ionisants*) по выполнению измерений в густонаселенных городских районах Сенегала проводились согласно указаниям Справочника МСЭ-R по контролю за использованием спектра, Рекомендаций МСЭ-T серии К, руководящих указаний МСЭ-D и Руководств МКЗНИ.

В целях создания прозрачной и подотчетной экосистемы обмена информацией о мачтах подвижной связи и о соблюдении требований к уровню воздействия РЧ-ЭМП Департамент электросвязи (DoT) Индии⁵⁹ недавно открыл веб-портал Tarang Sanchar для обеспечения уверенности и убежденности в безопасности и безвредности мачт подвижной связи и устранения любых мифов и заблуждений.

В Гане⁶⁰ для защиты устройств, пользователей и сетей электросвязи/ИКТ применен подход, основанный на выдаче сертификатов одобрения типа. Лаборатория Ганы по выдаче сертификатов одобрения типа, являющаяся первой в своем роде в субрегионе Западной Африки, была создана не только для осуществления надзора за внутренним рынком страны, но и для использования в качестве центра испытания оборудования, открытого для регуляторных органов и поставщиков всего Африканского региона.

В Республике Гвинея⁶¹ Регуляторный орган почты и электросвязи (ARPT) предпринял меры для решения этой задачи общенационального значения. Так, в отношении неионизирующего излучения регуляторным органом были подготовлены руководящие указания. После приобретения различных технических инструментов, необходимых для проведения регулярных измерений уровней излучения, рассматривалась возможность реализации проекта по созданию лаборатории для проверки радиоэлектронного оборудования на соответствие. Регулярно проводились мероприятия по измерению интенсивности ЭМП, результаты которых размещались на веб-сайте ARPT.

Еще одним важным методом снижения обеспокоенности общественности в отношении воздействия РЧ-ЭМП является информирование о рисках. ВОЗ и МСЭ разработали планы по информированию о рисках, связанных с электромагнитным излучением. Они неустанно содействуют обмену знаниями о

⁵⁵ Документ [SG2RGQ/68](#) ИК2 МСЭ-D, Китай.

⁵⁶ Документ [2/271](#) ИК2 МСЭ-D, Бурунди.

⁵⁷ Документ [2/255](#) ИК2 МСЭ-D, Гаити.

⁵⁸ Документ [SG2RGQ/50](#) ИК2 МСЭ-D, Сенегал (на французском языке).

⁵⁹ Документ [SG2RGQ/71](#) ИК2 МСЭ-D, Индия.

⁶⁰ Документ [SG2RGQ/82](#) ИК2 МСЭ-D, Гана.

⁶¹ Документ [2/292](#) ИК2 МСЭ-D, Гвинея.

воздействию ЭМП между странами и регионами, используя разные способы, такие как стандартизация, научно-исследовательская деятельность, периодическая публикация сводок результатов исследований, выпуск отчетов и организация симпозиумов.

Бюро развития электросвязи (БРЭ) МСЭ⁶² представило информацию о деятельности на национальном уровне с помощью презентаций и докладов на региональном семинаре для стран Европы и СНГ по теме "Внедрение 5G в Европе и странах СНГ: стратегии и политика, создающие условия для новых возможностей роста", который состоялся 3–5 июля 2018 года в Будапеште (Венгрия).

4.3 Воздействие ЭМП от сетей IMT-2020 (5G)

Первая версия стандарта 5G NR ("Новое радио") была официально выпущена 21 декабря 2017 года на 78-м пленарном заседании рабочей группы по сетям радиодоступа (RAN) 3GPP. Он стал первым в мире стандартом 5G, доступным для развертывания на коммерческой основе. В настоящее время весь диапазон частот 5G, определенный консорциумом 3GPP, поделен на поддиапазон 1 (FR1) и поддиапазон 2 (FR2). Поддиапазон FR1 называется обычно "ниже 6 ГГц". На данный момент одним из главных диапазонов, в котором производится развертывание применений 5G, является диапазон 3,5 ГГц. Вместе с тем консорциум 3GPP определил для этих целей и другие диапазоны, с тем чтобы содействовать гибкому развертыванию. Поддиапазон FR2 в основном высокочастотный (миллиметровые волны). Проникающая способность радиоизлучения в этом диапазоне мала, но полоса пропускания достаточна, а источники помех отсутствуют. Спектр чист и будет широко использоваться в будущем.

В связи с использованием в системах подвижной связи 5-го поколения технологий множественных приемных и передающих трактов (MIMO) и миллиметровой связи возникла настоятельная необходимость оценки уровней РЧ-ЭМП. Результаты первого исследования⁶³ показали, что максимальная усредненная во времени мощность по каждому направлению распространения луча существенно ниже теоретического максимума и ниже, чем прогнозировалось с использованием существующих статистических моделей.

Технология MIMO предполагает одновременное использование множества передающих и приемных антенн для передачи и приема на них сигнала, что обеспечивает повышение качества связи. Эта технология повышает пропускную способность каналов системы без увеличения объема задействованных ресурсов спектра и повышения мощности передачи, что приводит к очевидным преимуществам. Она считается основной технологией подвижной связи следующего поколения.

Предлагается модель для определения усредненных по времени реалистичных максимальных уровней мощности в целях оценки воздействия РЧ-ЭМП от базовых радиостанций (RBS) стандарта 5G, использующих крупномасштабные системы MIMO⁶⁴. Модель основана на статистическом подходе и разработана для получения реалистичной консервативной оценки воздействия РЧ-ЭМП в рамках значительной доли (95-го перцентиля) всевозможных сценариев воздействия на линии вниз. В ней учитываются такие факторы, как коэффициент использования базовых станций, дуплекс с временным разделением, время планирования и пространственное распределение пользователей в зоне покрытия соты. Модель представлена в виде замкнутого уравнения. В сценарии, предполагающем применение перспективной базовой радиостанции 5G, наивысший реалистичный максимальный уровень мощности составил менее 15 процентов соответствующего теоретического максимума. В сценариях воздействия в дальнем поле это соответствует сокращению расстояния, требуемого для соблюдения предельных уровней РЧ-ЭМП, приблизительно в 2,6 раза. Результаты приведены для антенных решеток различного размера и сценариев с формированием луча как по азимуту, так и по углу места.

Кроме того, Швейцарский федеральный институт метрологии (METAS) представил метод измерения ЭМП с избирательным кодом для сетей 5G NR⁶⁵. Для проведения этого измерения декодируются и измеряются конкретные сигналы 5G, то есть сигналы SSB (сигнал синхронизации/блок PBCH) и PCI (идентификатор соты физического уровня). Применяя коэффициент антенны для антенны направленного измерения и суммируя все сигналы SSB для каждого PCI, можно получить надежный и уникальный результат в единицах

⁶² Документ [SG2RQG/40 + Приложение ИК2 МСЭ-D](#), БРЭ.

⁶³ Davide Colombi et al. (2020). [Analysis of the Actual Power and EMF Exposure from Base Stations in a Commercial 5G Network](#). Applied Sciences (35), 10:5280.

⁶⁴ Björn Thors et al. (2017). [Time-averaged realistic maximum power levels for the assessment of radio frequency exposure for 5G radio base stations using massive MIMO](#). IEEE Access, 5, 19711-19719.

⁶⁵ Federal Institute of Metrology (METAS), Switzerland (2020). [Technical Report: Measurement Method for 5G \(New Radio\) NR Base Stations up to 6 GHz](#), 18 February 2020). См. также ITU (2020) ниже.

мВ/м для каждого PCI. Он содержит все детали, позволяя операторам и поставщикам инфраструктуры найти наилучший компромисс между соблюдением ограничений на воздействие ЭМП для конкретной страны и обеспечением оптимального покрытия и пропускной способности сети, а национальным администрациям – проверить эти ограничения.

На странице вопросов и ответов ВОЗ по воздействию сетей мобильной связи 5G на здоровье указано: "При условии, что уровень воздействия в целом остается ниже пределов, установленных международными руководящими указаниями, каких-либо последствий для здоровья населения не ожидается"⁶⁶.

В ответ на опасения общественности был проведен ряд измерительных кампаний. В феврале 2020 года регуляторный орган Ofcom опубликовал результаты измерений уровня воздействия ЭМП (в том числе для технологий 2G, 3G и 4G) вблизи от 16 базовых станций с поддержкой технологии 5G в общей сложности на 22 объектах 5G в 10 городах Соединенного Королевства⁶⁷. Уровень воздействия во всех местах измерений оказался в разы ниже контролируемых уровней, установленных Руководствами МКЗНИ в отношении воздействия на население⁶⁸. Национальное агентство по частотам Франции (ANFR) регулярно публикует на своем веб-сайте данные по развертыванию сетей 5G⁶⁹, а результаты измерений могут размещаться в интернете⁷⁰. Также был смоделирован процесс оптимизации сосуществования технологий 4G и 5G.⁷¹

Была достигнута договоренность о том, что для сетей связи 5G, работающих на частотах выше 10 ГГц (6–10 ГГц как переходная частота для локального воздействия), основное ограничение для воздействия на части тела будет выражаться не через удельную поглощенную мощность (SAR), а через плотность мощности, поскольку при очень малой глубине проникновения трудно определить значимый объем для оценки. Вместе с тем МКЗНИ оставила предельный средний по всему телу уровень SAR в качестве дополнительного основного ограничения для воздействия на все тело в диапазоне до 300 ГГц. В Руководствах МКЗНИ 1998 года контролируемые уровни выражаются через плотность потока мощности падающего излучения, но при таком подходе не учитывается отражение и пропускание энергии на границе сред, а также теплопередача между разными тканями или тканями и средой. В Руководствах МКЗНИ 2020 года вводится также основное ограничение на плотность поглощенной мощности на более высоких частотах (выше 6 ГГц). Возможно, в перспективе в качестве допустимого параметра для доказательства безопасности воздействия РЧ-ЭМП (например, в магнитно-резонансной интроскопии) будет рассматриваться температура, поскольку она имеет более прямое отношение к фактически причиняемому вреду.

Чжао и др. (2015 г.)⁷² исследовали воздействие РЧ-ЭМП от фазированной антенной решетки для мобильных устройств, работающих на частотах 15 и 28 ГГц. Торс и др. (2016 г.)⁷³ провели ряд сеансов имитационного моделирования воздействия РЧ-ЭМП от антенной решетки в составе оборудования подвижной связи стандарта 5G на частотах от 10 до 15 ГГц. Чтобы обеспечить соблюдение основных требований по ограничению воздействия РЧ-ЭМП, исследуется максимальная мощность передачи антенной решетки, применяемой в оборудовании пользователя и в маломощных базовых станциях в составе систем подвижной связи стандарта 5G с учетом таких факторов, как частота, размеры антенной решетки, расстояние от тела человека, диапазон сканирования и топология антенной решетки. Результаты этого исследования представляют огромную ценность для проектирования систем подвижной связи с применением лучеформирующих антенных решеток. Для достижения более высоких уровней мощности необходимо направить передаваемую энергию в сторону от тела человека посредством осуществимых на практике технических решений. Согласно применимому стандарту ограничения воздействия РЧ-ЭМП максимальный уровень мощности передачи и максимальная мощность эквивалентного ненаправленного излучения систем подвижной связи стандарта 5G могут меняться в значительных пределах. Такой разброс может привести к тому, что условия доступа на различных рынках будут неодинаковыми. Джоши и др.

⁶⁶ ITU (2020). [Background Paper – Implementing 5G for good: Does EMF matter?](#), p. 21. ITU Regional Forum for Europe: 5G strategies, policies, and implementation, 22-23 October 2020.

⁶⁷ Ofcom, United Kingdom (2020). [Electromagnetic Field \(EMF\) measurements near 5G mobile phone base stations: Summary of results](#), 21 February 2020.

⁶⁸ Ibid., p. 37.

⁶⁹ Национальное агентство по частотам (ANFR), Франция: <https://www.anfr.fr/en/home/>

⁷⁰ ANFR. [Cartoradio](#): карта радиостанций и измерений радиоволн.

⁷¹ ANFR. News. [Simulation de l'exposition aux ondes créée par la téléphonie mobile en zone urbaine dense, tenant compte de l'évolution envisagée en 4G et 5G](#). 15 September 2020.

⁷² Kun Zhao et al. (2015). [EMF exposure study concerning mmwave phased array in mobile devices for 5G communication](#). IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 1-1.

⁷³ Björn Thors et al. (2016). [Exposure to RF-EMF from array antennas in 5G mobile communication equipment](#). IEEE Access, 4, 7469-7478.

(2020 г.)⁷⁴ собрали данные из коммерческих сетей 5G в Австралии и в Республике Корея и обнаружили, что медианный уровень мощности передачи устройства составляет 1 процент от максимального и сопоставим с аналогичным показателем устройств 4G.

4.4 Воздействие излучения от других типов устройств малого радиуса действия, например Wi-Fi и Bluetooth

Другие источники РЧ-ЭМП в помещениях, например устройства Wi-Fi, Bluetooth и другие устройства беспроводной связи (маршрутизаторы, беспроводные зарядные устройства), также могут оказывать воздействие на человека, и это воздействие требует дальнейшего прояснения.

Уровень воздействия таких устройств зависит главным образом от мощности передачи. Стандартами IEEE на беспроводные локальные сети (WLAN) уже предусматриваются скорости передачи данных по одному каналу до 72 Мбит/с. В Европе максимально допустимая мощность систем, работающих в диапазоне частот 2,4 ГГц, равняется 100 мВт. Воздействие сигналов Wi-Fi на человека имеет те же общие характеристики, что и воздействие сигналов базовых станций (в дальнем поле) и мобильных телефонов (в ближнем поле). Воздействие излучения в ближнем поле от устройств Wi-Fi, подключенных к маршрутизатору, по большей части ограничено во времени и наиболее интенсивно для частей тела, находящихся ближе всего к устройству, а в дальнем поле излучение от маршрутизатора воздействует на все тело. Кюн и др. (2006 г.)⁷⁵ измерили воздействие точек доступа на непосредственно соприкасающийся с ними плоский фантом, заполненный жидкостью, которая имитирует биологическую ткань. По данным этих измерений, максимальное значение SAR, усредненное по фрагменту ткани массой 10 г, составило менее 1 Вт/кг. Кроме того, максимальная плотность потока мощности на расстоянии 1 м от точки доступа равнялась приблизительно 3 мВт/м², а на расстоянии 0,2 м – 40 мВт/м². На тех же расстояниях Фостером были получены значения приблизительно 1 мВт/м² и 180 мВт/м² соответственно. Следует подчеркнуть, что все приведенные выше значения ниже контролируемого уровня в 10 Вт/м², установленного Руководствами МКЗНИ 1998 года. Результаты численных исследований Мартинеса-Бурдало и др. (2009 г.)⁷⁶ также подтверждают, что максимальные значения локальной SAR находятся в пределах основных ограничений, установленных МКЗНИ для воздействия на население. На частоте 2,4 ГГц и мощности 100 Вт при коэффициенте заполнения, равном единице (100%), наивысшее расчетное значение локальной SAR в голове составило 5,7 мВт/кг. В реальных же условиях коэффициент заполнения меньше.

Рабочая частота устройств Bluetooth равняется 2,4 ГГц, а выходная мощность – всего 1 мВт, что составляет одну миллионную часть мощности микроволновой печи и одну двухсотую часть мощности мобильных телефонов стандарта 5G. Более того, тело человека поглощает лишь малую часть этой мощности, поэтому воздействие оказывается пренебрежимо малым.

В настоящее время эксперты ВОЗ и IEEE пришли к выводу, что РЧ-ЭМП от устройств Bluetooth не оказывают неблагоприятного воздействия на тело человека.

⁷⁴ Paramananda Joshi et al. (2020). [Actual output power levels of user equipment in 5G commercial networks and implications on realistic RF EMF exposure assessment](#). *IEEE Access*. Online: 9 November 2020.

⁷⁵ Sven Kühn et al. (2006). [Assessment of human exposure to electromagnetic radiation from wireless devices in home and office environments](#). *Proceedings of the 7th International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Barcelona, Spain, 4-8 September 2006.

⁷⁶ M. Martínez-Búrdalo et al. (2009). [FDTD assessment of human exposure to electromagnetic fields from Wi-Fi and Bluetooth devices in some operating situations](#). *Bioelectromagnetics*, 30(2): 142-51.

Глава 5 – Формулировка национальной политики в отношении предельных уровней воздействия ЭМП

В подавляющем большинстве стран предельные уровни воздействия РЧ-ЭМП установлены на основе Руководств МКЗНИ или стандартов IEEE. Однако ввиду бытующего мнения о неопределенности в отношении потенциального неблагоприятного воздействия ЭМП на здоровье человека и в соответствии с некоторыми интерпретациями принципа предосторожности в некоторых странах решено было также принять дополнительные меры для защиты населения. Эти меры включают, помимо прочего, принятие соответствующей нормативно-правовой базы, проведение информационно-разъяснительной работы среди населения, установление предельных уровней воздействия, а также составление карт для расчета напряженности поля в окрестности передатчиков и публикацию результатов в интернете.

5.1 Нормативно-правовая база

Чтобы обеспечить достаточную защиту населения от неионизирующего излучения на национальном уровне, Государства-Члены должны обеспечить наличие соответствующей нормативно-правовой базы. ВОЗ в рамках своего Международного проекта по ЭМП уже разработала "типовое законодательство", которое представляет собой образец нормативно-правовой базы для использования на национальном уровне. Оно состоит из "типового закона", "типового положения" и "пояснительного меморандума", в котором описываются подходы, применяемые в "законе и его положениях"⁷⁷.

На сегодняшний день более чем в 40 странах создана национальная нормативно-правовая база в отношении воздействия статических, низко- и высокочастотных электромагнитных полей на население и в производственных условиях, применяемая в обязательном или добровольном порядке. Сведения об особенностях этих нормативно-правовых баз в разных странах можно найти на веб-сайте ВОЗ⁷⁸.

В некоторых странах принято также законодательство, ограничивающее использование или размещение устройств и вспомогательной инфраструктуры связи. К мерам такого рода относятся, в частности, запрет на рекламу сотовых телефонов, адресованную детям до определенного возраста, запрет или ограничение на использование беспроводной связи в детских садах и учреждениях начальной школы, а также установление зон в окрестности объектов общественной инфраструктуры (больницы, школы), где запрещается сооружение инфраструктуры связи. Такие меры зачастую характеризуются как принятые из "предосторожности", но Государствам-Членам следует с крайней осторожностью подходить к принятию подобных мер в отсутствие каких-либо научных доказательств. ВОЗ рекомендует "в качестве основополагающей меры проанализировать соотношение издержек и потенциальной опасности" и призывает "строго придерживаться существующих национальных или международных стандартов безопасности"⁷⁹. Такие стандарты, основанные на современных научных знаниях, разработаны так, чтобы обеспечить защиту всем группам населения с большим запасом безопасности.

5.2 Установление стандартов

В дополнение к национальной нормативно-правовой базе странам следует также установить стандарты ограничения воздействия РЧ-ЭМП, которые могут быть реализованы в рамках этой нормативно-правовой базы.

К июню 2018 года национальные стандарты ограничения воздействия РЧ-ЭМП были установлены в 44 странах. Сфера применения этих стандартов охватывает статические, низко- и высокочастотные поля, а также воздействие на население и в производственных условиях⁸⁰. Подобно "типовому законодательству", ВОЗ выпустила также "Основу для разработки стандартов на ЭМП на базе требований охраны здоровья".

⁷⁷ WHO. Health Topics. Electromagnetic fields. [Model Legislation](#).

⁷⁸ WHO. Data. Global Health Observatory data repository. Public health and the environment. [EMF: Legislative status – Data by country](#).

⁷⁹ WHO. [What are electromagnetic fields?](#)

⁸⁰ WHO. Global Health Observatory data repository. Public health and the environment – EMF. [Existence of standards – Data by country](#).

ВОЗ указывает, что этот документ "разъясняет методiku разработки количественных пределов воздействия ЭМП на основе научных данных (и)... адресован национальным консультативным и/или регуляторным органам, занимающимся разработкой новых стандартов ограничения воздействия ЭМП или пересмотром основ существующих стандартов"⁸¹.

В большинстве стран, где установлены национальные стандарты, за их основу были приняты рекомендации МКЗНИ. Обновленная версия Руководств МКЗНИ вышла в 2020 году. IEEE C95.1-2019 представляет собой аналогичный стандарт, устанавливающий предельные уровни воздействия ЭМП. Между этими двумя нормативными документами имеются некоторые различия, но в основном они согласованы друг с другом в части подходов и рекомендаций.

5.3 Оценка опасений, связанных с воздействием РЧ-ЭМП на человека

Люди испытывают различные опасения по поводу воздействия РЧ-ЭМП. Эти общественные опасения касаются рисков или угроз, затрагивающих общество⁸². Люди чувствуют опасность со стороны неощутимых для них электромагнитных полей, но мирятся с деятельностью, представляющей эту опасность, из-за выгод, которые они от этой деятельности получают. В отношении такой затрагивающей общество деятельности у людей есть лишь смутные опасения, но они неспособны детально выразить, в чем именно состоят ее предположительные благоприятные или неблагоприятные последствия.

Инструментом для количественного анализа рисков и выгод, связанных с распространенными видами деятельности, могут служить следующие три принципа предварительного характера.

- 1 Готовность населения принимать добровольные риски (например, занятия лыжами, воздействие РЧ-ЭМП от радиотелефонных трубок) приблизительно в 1000 раз выше его готовности принимать риски недобровольные (например, стихийные бедствия, воздействие РЧ-ЭМП от базовой станции) при равной выгоде⁸³.
- 2 Степень приемлемости рисков представляется приблизительно пропорциональной кубу (третьей степени) реальной и кажущейся выгоды.
- 3 Приемлемый уровень риска обратно пропорционален числу людей, подвергающихся этому риску (свыше 3 млрд. абонентов сотовой связи)⁸⁴.

Тот же источник указывает на эффект количественного и качественного усиления прямого риска в общественном восприятии. СМИ и социальные сети – среды, способствующие усилению общественных опасений в отношении ЭМП, а следовательно, и повышению тревожности в социуме.

5.4 Информационно-разъяснительная работа среди населения

Население необходимо информировать о научно обоснованных предельных уровнях воздействия РЧ-ЭМП, о консервативном характере этих уровней и о том, каким образом они обеспечивают защиту от всех известных неблагоприятных последствий такого воздействия для здоровья человека. Чтобы развеять мифы о воздействии РЧ-ЭМП, необходимо также, чтобы население знало о наличии научно обоснованных предельных уровней воздействия РЧ-ЭМП и о проведении значительного объема исследований по вопросу воздействия систем беспроводной связи на здоровье. Наконец, население должно знать, что этим вопросом занимается ВОЗ, которая выпустила информационные бюллетени о воздействии ЭМП, в том числе от мобильных терминалов, базовых станций и беспроводных сетей.

В Добавлении 13 к серии К МСЭ-Т описываются различные факторы, определяющие уровень воздействия РЧ-ЭМП от мобильных терминалов и устройств, измеряемый как удельная поглощенная мощность

⁸¹ WHO (2006). [Framework for Developing Health-Based EMF Standards](#).

⁸² Health and Safety Executive (HSE) (2001). [Reducing Risks, Protecting People](#). Sudbury: HSE Books, p.12; quoted by David Ball and Sonja Boehmer-Christiansen (2007). [Societal Concerns and Risk Decisions](#). *Journal of Hazardous Materials* 144, pp. 556-63 (p.557).

⁸³ Paul Slovic (2000). [The Perception of Risk](#), London: Earthscan. Слович обнаружил (стр. 121–36), что эта количественная формулировка не подкрепляется данными; люди готовы мириться с высокими добровольными рисками при условии большой выгоды. Тем не менее, он устанавливает это как полезную эвристику с некоторыми недостатками (стр. 45, 81).

⁸⁴ Haim Mazar (2008). [An analysis of regulatory frameworks for wireless communications, societal concerns and risk: The case of radio frequency \(RF\) allocation and licensing](#) (pp. 43-46). Boca Raton, 2009.

(SAR) в ваттах на килограмм (Вт/кг), – это метрика, используемая на частотах от 100 кГц до 10 ГГц⁸⁵. На основании этой технической информации пользователям мобильных устройств даются практические рекомендации. Кроме того, излагается общее мнение экспертных групп, состоящее в том, что при условии соблюдения международных предельных уровней воздействия нет научных доказательств опасности РЧ-ЭМП от мобильных устройств для здоровья человека, в том числе детей и подростков. Разработаны консервативные методы испытаний для проверки соответствия мобильных устройств требованиям применительно к взрослым и детям (см. **Разделы 5.5** и **6.4**).

Чтобы проинформировать население по вопросам, касающимся базовых станций, некоторые администрации регулярно публикуют данные о местоположении передающих станций, в том числе радио-, телевизионных станций и базовых станций сотовой связи. В некоторых случаях такие общедоступные базы данных содержат среди прочего информацию о плотности потока мощности или напряженности поля вокруг базовой станции. Такой подход способствует открытости и прозрачности в отношении уровней воздействия, а базы данных используются в качестве средства для развеивания общественных опасений, не подвергавшихся независимому анализу. Австралия публикует отчеты об ЭМП всех базовых станций в Национальном архиве радиостанций⁸⁶, содержание которого согласовано с отраслевой ассоциацией и регуляторным органом. Кроме того, что касается информационно-разъяснительной работы, см. программу радиочастотной безопасности Австралийской ассоциации подвижной электросвязи (AMTA)⁸⁷.

5.5 Предельные уровни воздействия вблизи детских садов, школ, больниц

Как уже отмечалось в предыдущем разделе, в Рекомендации МСЭ-Т К.91⁸⁸ указано, что в отношении воздействия РЧ-ЭМП на человека нет технических причин ограничивать размещение базовых станций вблизи детских садов, школ и больниц. Это связано с тем, что в существующих руководящих принципах ограничения воздействия заложен запас безопасности, обеспечивающий защиту всех групп населения. Кроме того, в Добавлении указывается, что при использовании мобильного телефона в зонах уверенного приема уровень воздействия также снижается, что позволяет устройству вести передачу на пониженной мощности.

В некоторых странах сооружение базовых станций в соответствующих зонах не запрещено, но предельные уровни воздействия были произвольным образом снижены относительно рекомендованных международными стандартами, в других же странах основное внимание уделялось полному запрету на использование мобильных устройств в таких местах. На что бы ни были направлены такие ограничительные положения (инфраструктура, устройства или то и другое вместе), в основе их лежит общественное мнение, а не научные данные и оно не может быть научно обосновано.

Согласно данным опросов, страны, в которых введены подобные меры, демонстрируют наивысший уровень опасений⁸⁹. Однако вместо того чтобы развеивать эти опасения, такие меры их только укрепляют, даже если при этом утверждается, что они вводятся из "предосторожности". Таким образом, население воспринимает предосторожность как признак действительной опасности, а не способ усилить ощущение безопасности⁹⁰.

5.6 Оценка воздействия РЧ-ЭМП вблизи от передатчиков

Проведение измерений напряженности поля – дело весьма полезное, но вместе с тем трудоемкое и дорогостоящее. В качестве альтернативы или хотя бы дополнительной меры рекомендуется проведение расчета напряженности поля по методам, описанным в международных технических стандартах МСЭ и МЭК (см. **Раздел 3.4**). Австралийский регуляторный орган ARPANSA заявляет, что расчетные значения

⁸⁵ ITU-T. [Series K Supplement 13 \(05/2018\)](#). Radiofrequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure levels from mobile and portable devices during different conditions of use.

⁸⁶ Австралийская ассоциация подвижной электросвязи (AMTA). [Radio Frequency National Site Archive \(RFNSA\)](#).

⁸⁷ AMTA. [Mobile Networks Safety](#).

⁸⁸ Recommendation [ITU-T K.91 \(01/2018\)](#): Guidance for assessment, evaluation and monitoring of human exposure to radio frequency electromagnetic fields.

⁸⁹ European Commission (2010). Eurobarometer. Report. [Electromagnetic fields](#).

⁹⁰ Christoph Boehmert et al. (2020). [A systematic review of health risk communication about EMF from wireless technologies](#). *Journal of Risk Research* (интернет-публикация от 20 апреля 2019 г.).

уровней воздействия в окружающей среде, как правило, превышают измеренные значения в 10–1000 раз и даже больше⁹¹.

При применении на объекте сразу нескольких технологий подвижной связи реалистичное максимальное значение можно определить, проанализировав по отдельности радиовещательные сигналы и влияние потребности в трафике на различные технологии, доступные на объекте⁹². В случае MIMO-антенн стандартов 4G/LTE расчетные значения могут превышать измеренные, если не учитывать эффекты управления лучом и дуплексной связи с временным разделением (TDD)⁹³. Это справедливо и для 5G (см. **Раздел 4.3**).

5.6.1 Расчет уровня воздействия РЧ-ЭМП

Расчетное значение уровня воздействия РЧ-ЭМП – это параметр, который следует знать и анализировать для более надежной защиты и успокоения населения, проживающего вблизи от установок, являющихся источниками РЧ-ЭМП. Для примера рассмотрим здесь два вида таких установок электросвязи:

- передатчики цифрового ТВ;
- передатчики сотовой связи.

Выбраны они по двум основаниям:

- количество излучаемой мощности;
- число передатчиков, установленных поблизости от мест проживания населения.

5.6.1.1 Расчетная напряженность электрического поля вблизи передатчиков цифрового ТВ (DTV)

Дальнейший анализ относится к каналу 22 УВЧ (в Районе 1):

- 478–486 МГц (средняя частота 482 МГц);
- передатчик с э.и.и.м. (эквивалентной изотропно-излучаемой мощностью) 60 000 Вт;
- высота 60 м над уровнем земли.

Согласно Руководствам МКЗНИ, на частоте 482 МГц контролируемый уровень напряженности электрического поля для воздействия на население равняется 30 В/м: $1,375f^{1/2}$ (МГц) = $1,375 \times 482^{1/2}$, а для воздействия в производственных условиях – 66 В/м: $3f^{1/2}$ (МГц) = $3 \times 482^{1/2}$.

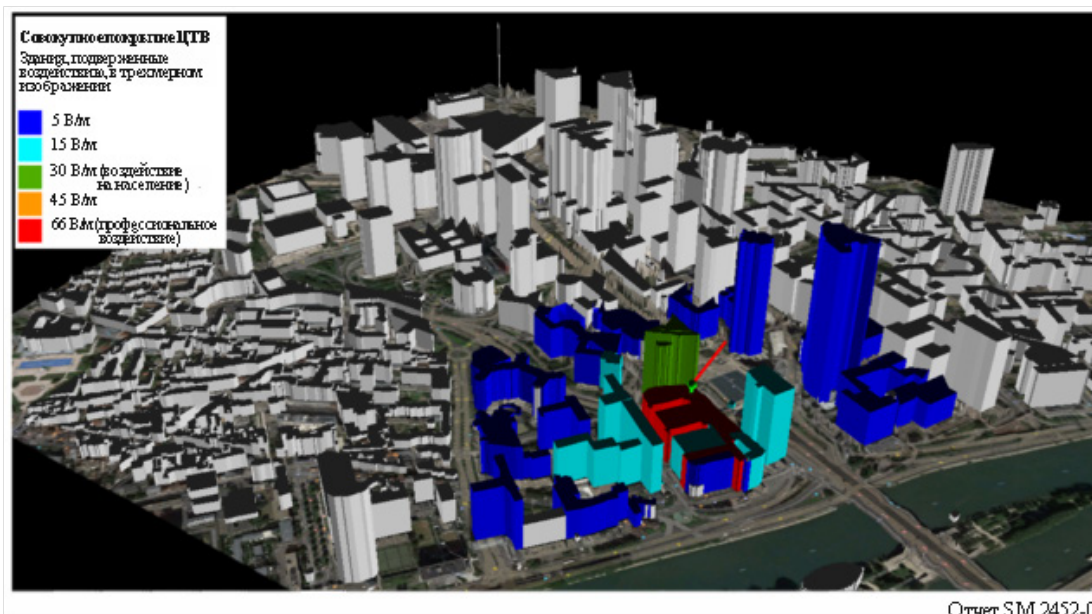
Рисунок 14 представляет собой трехмерное изображение контуров напряженности электрического поля, наложенных на здания.

⁹¹ Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). [ARPANSA environmental EME reports](#).

⁹² Zaher Mahfouz et al. (2011). [Influence of traffic variations on exposure to wireless signals in realistic environments](#). *Bioelectromagnetics*, 33(4):288–297, May 2012.

⁹³ Rob Werner et al. (2019). [A Comparison between Measured and Computed Assessments of the RF Exposure Compliance Boundary of an In-Situ Radio Base Station Massive MIMO Antenna](#). *IEEE Access*, 7(170682 – 170689), 25 November 2019.

Рисунок 14: Трехмерное изображение контуров воздействия ЦТВ на население и его профессионального воздействия



Источник: Отчет МСЭ-R SM.2452, Рисунок 3.

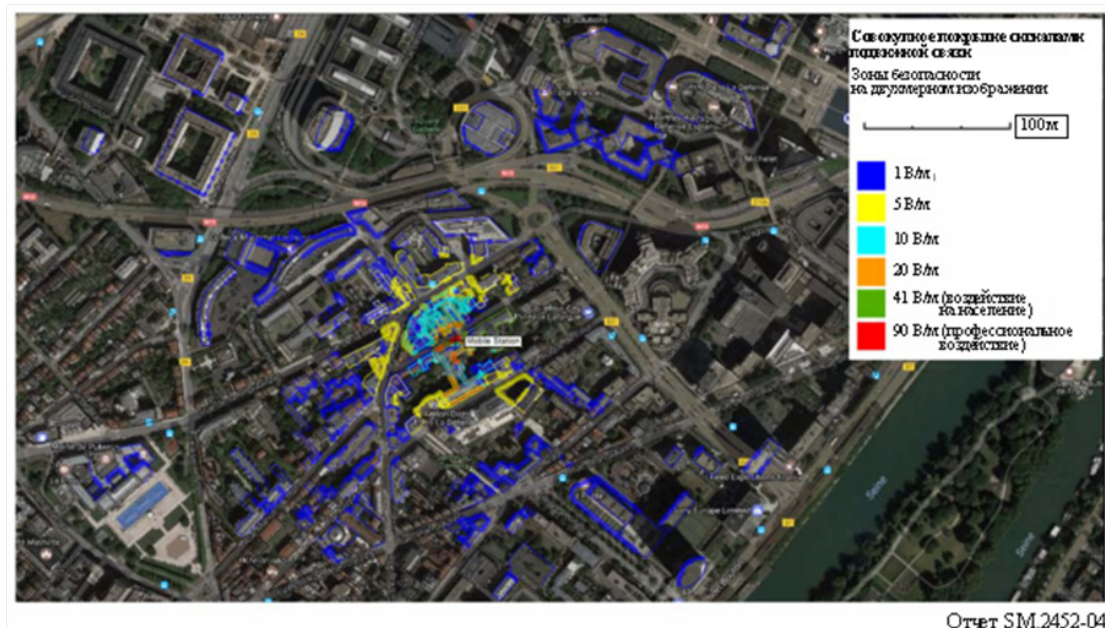
5.6.1.2 Напряженность электрического поля вблизи передатчиков сетей подвижной связи

Несмотря на то что диаграмма направленности антенны в плоскости угла места имеет значимый эффект, она не учитывается в имитационной модели. Это связано с тем, что антенны базовых станций сетей подвижной связи имеют низкий коэффициент усиления в пространстве под передатчиком. Двухмерное представление с учетом диаграммы направленности в плоскости угла места может ввести наблюдателя в заблуждение. На частоте 900 МГц, при высоте антенны 30 м над крышей, максимальной мощности передачи по линии вниз 100 Вт и коэффициенте усиления антенны (с учетом потерь) 17 дБи эквивалентная изотропно-излучаемая мощность равняется 5 кВт, а приемник находится на высоте 1,5 м над землей.

Руководствами МКЗНИ 1998 и 2020 годов установлены контролируемые уровни напряженности электрического поля, равные 41 В/м ($1,375f^{1/2} = 1,375 \times 30$) для воздействия на население и 90 В/м ($3f^{1/2}$) для воздействия в производственных условиях, где f – частота в МГц; шкала напряженности содержит следующие значения: 1, 5, 10, 20, 41 В/м (население) и 90 В/м (в производственных условиях). В этом исследовании рассматривается только сигнал от базовых станций, принимаемый мобильным устройством. В общем случае сигналы сотовой связи могут быть всенаправленными по азимуту или секторальными (например, три сектора по 120°).

Рисунок 15 представляет собой двухмерное изображение контуров напряженности электрического поля, наложенных на здания. Цвет здания соответствует максимальной напряженности электрического поля, зарегистрированной в заданной точке здания (например, на фасадах).

Рисунок 15: Двухмерное спутниковое изображение расстояния воздействия сотовой сети



Источник: Отчет МСЭ-R SM.2452, Рисунок 4.

5.6.2 Измерение уровня воздействия РЧ-ЭМП

Как описывается в Добавлении МСЭ-Т К.91 Suppl. 4⁹⁴, оценить соответствие установленным предельным уровням воздействия РЧ-ЭМП на население или в производственных условиях можно расчетным путем или путем измерений. Подробные руководящие указания по выполнению такой оценки даются в технических стандартах МСЭ и других международных организаций, таких как Международная электротехническая комиссия (МЭК) и Европейский комитет по стандартизации в области электротехники (CENELEC). В некоторых случаях требования могут устанавливаться на национальном уровне на основе международных технических стандартов.

Для сложных станций со множеством передатчиков или отражающих объектов (например, расположенная на крыше станция со множеством антенн, диаграммы направленности которых перекрываются) может потребоваться выполнение реальных измерений. Для оценки может использоваться как широкополосное, так и частотно-избирательное оборудование (см. Рекомендации МСЭ-Т К.61⁹⁵ и МСЭ-Т К.100⁹⁶, стандарт IEC 62232⁹⁷). Однако измерения, выполненные с использованием широкополосного оборудования, могут давать излишне консервативные результаты. Если по результатам широкополосных измерений было определено, что уровень воздействия в местах, доступных для населения, превышает установленные предельные уровни, то необходимо проверить соответствие с использованием частотно-избирательного оборудования. В противном случае следует применить методики снижения воздействия, описанные в Рекомендации МСЭ-Т К.70⁹⁸.

⁹⁴ МСЭ-Т. [Добавление 4 к Рекомендации МСЭ-Т К.91 \(09/2018\)](#). "Соображения относительно электромагнитных полей в "умных" устойчивых городах".

⁹⁵ МСЭ-Т. Рекомендация [МСЭ-Т К.61 \(01/2018\)](#). "Руководство по измерению и численному прогнозу электромагнитных полей установок электросвязи на соответствие пределам воздействия на человека".

⁹⁶ МСЭ-Т. Рекомендация [МСЭ-Т К.100 \(07/2019\)](#). "Измерение радиочастотных электромагнитных полей для определения соблюдения требований о минимальных уровнях воздействия на человека при введении в эксплуатацию базовой станции".

⁹⁷ МЭК. [IEC 62232:2017](#). "Определение напряженности радиочастотного поля, плотности потока энергии и удельной поглощенной мощности (SAR) вблизи базовых станций радиосвязи в целях оценки воздействия на человека".

⁹⁸ МСЭ-Т. Рекомендация [МСЭ-Т К.70 \(01/2018\)](#). "Методы ослабления влияния для ограничения воздействия ЭМП на человека вблизи станций радиосвязи".

5.6.3 Публикация результатов на веб-сайтах

В целях информирования населения, а также потенциальных покупателей и арендаторов о точном местоположении источников воздействующих на человека РЧ-ЭМП администрации ряда Государств – Членов МСЭ публикуют на регулярной основе данные о точном местоположении передающих станций, в том числе радио-, телевизионных станций и базовых станций сотовой связи.

В частности, на таких веб-сайтах указываются координаты передающей антенны, технические параметры (частота, мощность, коэффициент усиления антенны и возвышение над землей) и уровень воздействия. Подробную информацию о представлении расчетных и измеренных уровней воздействия РЧ-ЭМП можно найти в Рекомендации МСЭ-Т К.113⁹⁹ и Отчете МСЭ-Р SM.2452.

5.6.4 Упрощенные методы оценки для мест расположения базовых станций

Как описывается в Разделе 8 Рекомендации МСЭ-Т К.100, для определения антенных установок, заведомо соответствующих установленным предельным уровням воздействия, допускается применять упрощенные методы оценки на основе стандарта IEC 62232, не прибегая к общей или комплексной оценке воздействия. Это может быть актуально, например, для случаев передачи низкой мощности или для учета особенностей расположения передатчиков либо антенн и соответствующих источников РЧ-ЭМП относительно мест, в которых они могут воздействовать на население.

Упрощенные методы оценки основываются на знании эквивалентной изотропно-излучаемой мощности (э.и.и.м.), а также, в зависимости от уровня э.и.и.м., характеристик антенной установки, например высоты, направления главного лепестка диаграммы направленности и расстояния до других расположенных в округе источников, как указано в Таблице 8-1.3 Рекомендации МСЭ-Т К.100. Если эти критерии соблюдены, установка соответствует требованиям.

⁹⁹ МСЭ-Т. Рекомендация [МСЭ-Т К.113 \(11/2015\)](#). "Составление карт уровней электромагнитных полей радиочастотного диапазона".

Глава 6 – Воздействие на человека ЭМП от базовых станций и радиотелефонных трубок

В этой главе рассматривается воздействие на человека ЭМП от двух широко распространенных источников: базовых станций и радиотелефонных трубок. Разумеется, что во всех системах радиосвязи, таких как ТВ, АМ- и ЧМ-радиовещание, пейджинговые службы, радиотелефоны, экстренные службы и сельские/страновые системы связи, связь осуществляется посредством РЧ-ЭМП.

В этой главе анализируются результаты проведенных в разных странах мира кампаний по измерению уровней воздействия базовых станций. Во многих случаях протоколы таких измерений основывались на рекомендациях МСЭ. Далее приводится обзор научной литературы и текущих рекомендаций в отношении воздействия РЧ-ЭМП на детей.

6.1 Международное сравнение уровней воздействия базовых станций

Существует ряд исследований, в которых сравниваются данные радиоизмерений от базовых станций подвижной связи в различных странах. В первом исследовании¹⁰⁰ проанализированы результаты более чем 173 000 измерений, проведенных с 2000 года более чем в 20 странах на пяти континентах. Второе исследование¹⁰¹ охватывает почти 260 000 измерений, проведенных в семи странах Африки в два периода: с 2001 по 2003 год и с 2006 по 2012 год. В третьем исследовании¹⁰² анализируются более 50 млн. измерительных данных, полученных итальянской национальной сетью радиоконтроля, которая действовала с 2002 по 2006 год (см. **Рисунок 16** ниже; числа в скобках – количество измерений в различных базах данных).

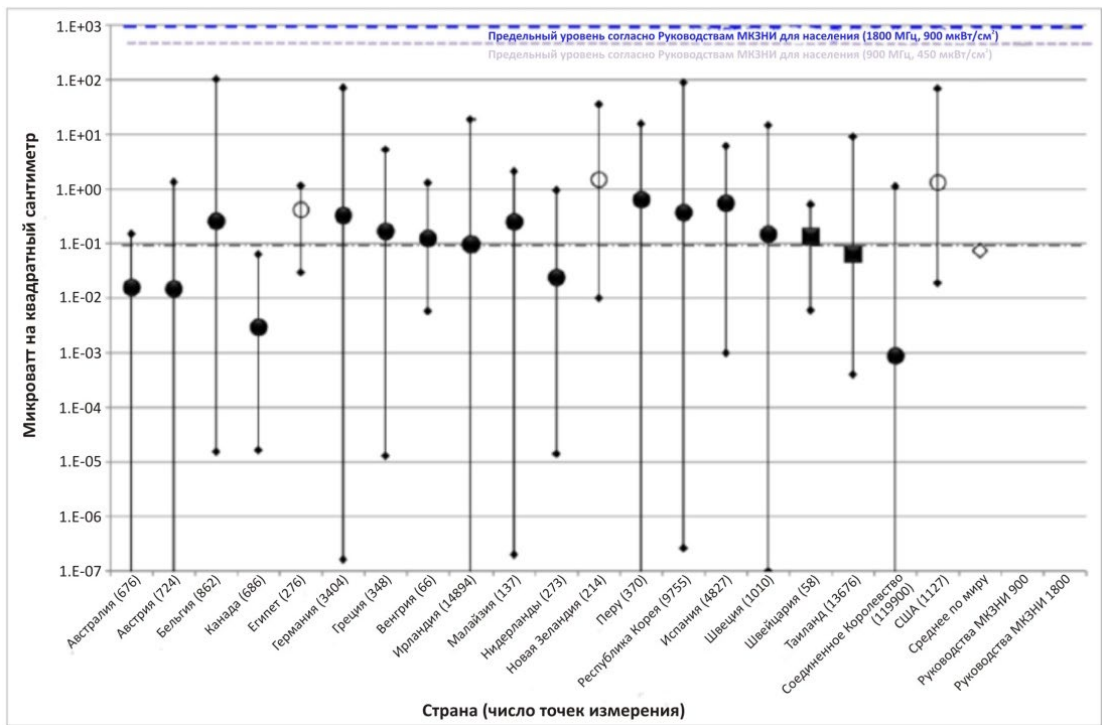
Рисунок 16 содержит усредненные данные обследования по каждой из 20 стран с указанием в скобках числа точек измерения в каждой стране. Для сравнения даны средневзвешенный уровень по всему миру, обозначенный штрихпунктирной линией (-.-), проходящей через знак (◇), а также установленные Руководствами МКЗНИ контролируемые уровни для воздействия на население на частотах 900 и 1800 МГц.

¹⁰⁰ Jack Rowley et al. (2012). [Comparative international analysis of radiofrequency exposure surveys of mobile communication radio base stations](#). *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 22(3):304–315, May/June 2012.

¹⁰¹ Ken Joyner et al. (2013). [National Surveys of Radiofrequency Field Strengths from Radio Base Stations in Africa](#). *Radiation Protection Dosimetry* (2013) 1–12.

¹⁰² Jack Rowley and Ken Joyner (2016). [Observations from national Italian fixed radiofrequency monitoring network](#). *Bioelectromagnetics*. (February, 2016), 37(2):136-9.

Рисунок 16: Данные исследований РЧ-ЭМП (20 стран)



Условные обозначения: минимальное (♦), максимальное (◆), среднее для узкополосной связи (●), среднее для широкополосной связи (○) и среднее для смешанной узко- и широкополосной связи (■) значения.

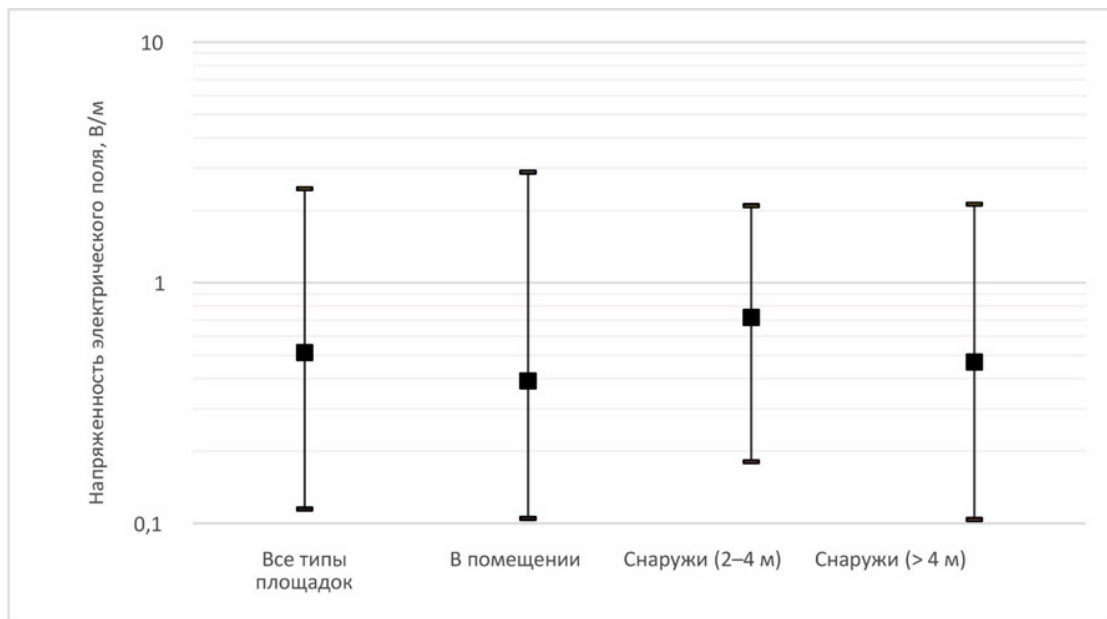
Другие новые подходы к измерениям – например, подход, предложенный Хуаном и др. (2016)¹⁰³, в рамках которого воздействие оценивалось как по линии вверх, так и по линии вниз с использованием новой метрики под названием "индекс воздействия" (EI), – также продемонстрировали, что "все значения EI значительно ниже установленных международными стандартами предельных уровней воздействия на человека". В работе Роули и Джойнера (2012 г.) также исследовались временные тренды по различным технологиям и странам.

Поскольку малые соты играют все более важную роль в увеличении пропускной способности систем связи в густонаселенных районах, а в сетях 5G их роль будет еще важнее, были проведены исследования для измерения напряженности электрического поля вблизи таких сот. Ван Вайк и др. (2019)¹⁰⁴ провели в Италии, Нидерландах и ЮАР измерения напряженности поля от установок, которые располагаются обычно на автобусных остановках, на рекламных табло и внутри зданий. В общей сложности было выполнено 295 измерений вблизи 98 малых сотовых станций, расположенных в трех перечисленных странах. Результаты измерений приведены ниже.

¹⁰³ Yuanyuan Huang Y. et al. (2016). [Comparison of Average Global Exposure of Population Induced by a Macro 3G Network in Different Geographical Areas in France and Serbia](#). *Bioelectromagnetics* (2016.), 37:382-390.

¹⁰⁴ Martinhus et al. (2019). [Measurement of EMF Exposure around Small Cell Base Station Sites](#). *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 184, Issue 2, 20 August 2019, pp.211-215.

Рисунок 17: Результаты измерения напряженности электрического поля в вольтах на метр вблизи 98 малых сотовых станций



По словам авторов, "результаты показывают, что все измеренные уровни воздействия ЭМП значительно ниже предельных уровней, установленных МКЗНИ для населения". Кроме того, авторы отмечают, что полученные ими результаты согласуются с результатами измерительных исследований, проводившихся в других странах (например, во Франции), а также исследований, о которых речь шла выше.

Основной вывод из всех этих исследований заключается в том, что, независимо от страны, года и технологии подвижной связи, уровень воздействия РЧ-ЭМП на человека на уровне земли составляет лишь малую долю предельных уровней, установленных международными рекомендациями. При этом важно, что уровни воздействия в окружающей среде остаются практически постоянными, невзирая на рост числа базовых станций и развертывание новых технологий подвижной связи.

Результаты всех этих исследований и измерений служат дополнительным подтверждением рекомендации ВОЗ¹⁰⁵ относительно базовых станций и технологий беспроводной связи: "Учитывая очень низкие уровни воздействия и полученные на сегодняшний день результаты исследований, можно сказать, что нет каких-либо убедительных научных данных, подтверждающих, что слабые РЧ-сигналы, испускаемые базовыми станциями и беспроводными сетями, приводят к неблагоприятным последствиям для здоровья".

6.2 Уровни воздействия от радиотелефонных трубок

SAR¹⁰⁶ – это мера количества радиочастотной энергии, которая поглощается телом человека при использовании мобильного телефона.

В ходе испытаний на соответствие нормативным требованиям SAR измеряется при максимальных уровнях мощности в лабораторных условиях, соответствующих стандартам измерений, которые предписывают тестовые позиции, а также все эксплуатационные характеристики мобильного телефона, включая максимальную мощность передачи.

Значения SAR, сообщаемые для каждой модели мобильного телефона, завышены по сравнению с реальными уровнями воздействия, поскольку применимые стандарты имеют консервативный характер¹⁰⁷.

¹⁰⁵ ВОЗ (2006 г.). Вопросы здравоохранения. Электромагнитные поля и общественное здравоохранение. Информационный бюллетень № 304. "Базовые станции и беспроводные технологии".

¹⁰⁶ Английская аббревиатура SAR расшифровывается как specific absorption rate; в переводе – "удельная поглощенная мощность". Подробнее о SAR можно прочесть на веб-сайте <http://www.sartick.com>.

¹⁰⁷ Mobile Manufacturers Forum (MMF). Viewpoint. [Conservativeness of mobile phone SAR measurements](#). November, 2011.

К тому же в реальности устройства работают на гораздо меньших уровнях мощности, постоянно меняя режимы работы так, чтобы потребляемая мощность не превышала минимально необходимую для совершения и принятия вызова, – это делается для максимального продления срока службы батареи. Результаты ряда исследований^{108, 109} посвященных повседневному использованию мобильных телефонов, показывают, что при разговоре в процессе ходьбы по крупному городу или внутри городских зданий смартфоны обычно работают на мощности, которая в разы меньше их максимальной мощности передачи. В статье Гати и др. (2009 г.) исследователи отмечали, что в 90 процентах случаев (из числа всех измерений, проведенных как в помещениях, так и снаружи) измеренные значения мощности оказывались ниже 4 дБм, что составляет приблизительно 1 процент от максимальной излучаемой мощности. В результате они пришли к следующему выводу: *"Реальный уровень воздействия мобильных телефонов, выраженный через удельную поглощенную мощность (SAR), многократно (в 100 раз) ниже установленных норм, которые даны для максимальных значений мощности"*.

В недавно вышедшей публикации представлены данные о выходной мощности примерно 7000 устройств стандарта 4G, подключенных к 41 базовой радиостанции LTE, размещенной в сельских, пригородных и городских районах Швеции, а также в помещениях: *"Выполнено свыше 300 000 выборок мощности. В сельских районах 95-й перцентиль усредненных по времени значений выходной мощности составил 2,2 процента от максимальной выходной мощности, а во всех других условиях – менее 1 процента. Средняя выходная мощность во всех условиях составила менее 1 процента от максимальной выходной мощности. Эти значения согласуются с результатами, полученными для оборудования пользователя стандарта 3G, несмотря на почти вдесятеро большую пиковую пропускную способность канала передачи данных. Полученные результаты показывают, что знание реальных уровней мощности важно для точной оценки реального уровня воздействия от современных смартфонов"*¹¹⁰.

Стандарты воздействия РЧ устанавливают максимально допустимое значение SAR для устройств беспроводной связи, например мобильных телефонов, в которых предусмотрен дополнительный коэффициент безопасности, с тем чтобы обеспечить безопасность всех пользователей таких устройств, в том числе детей, беременных женщин и пожилых людей. Анализ нормативных требований, существующих более чем в 200 странах, показывает, что применяются, по сути, всего два стандарта и регуляторных режима: в 150 странах официально установлен предельный уровень Руководств МКЗНИ, равный 2 Вт/кг при измерении на эквиваленте биологической ткани массой 10 г^{111, 112}, а в 28 странах – предельный уровень Федеральной комиссии по связи (FCC) США, равный 1,6 Вт/кг при измерении на эквиваленте биологической ткани массой 1 г¹¹³. Еще по 50 странам информация о регуляторном режиме отсутствует. Там, где обязательные к соблюдению предельные уровни не установлены, производители применяют предельные уровни МКЗНИ, которые соответствуют Рекомендации МСЭ-Т К.52.¹¹⁴

6.3 Измерение SAR на национальном уровне

Как отмечалось выше, применяются, по сути, всего два стандарта и регуляторных режима: МКЗНИ и FCC. Даже в странах, где обязательные требования не установлены, производители применяют предельные уровни МКЗНИ.

Национальные регуляторные органы применяют три различных подхода к обеспечению соответствия устройств установленным требованиям. В Европе действует презумпция соответствия на основе согласованных стандартов и основное внимание уделяется послепродажному контролю, тогда как в Северной Америке и во многих странах Азиатско-Тихоокеанского региона процесс основан на выдаче предпродажных разрешений. В некоторых других странах этого региона проводится текущий аудит

¹⁰⁸ Tomas Persson et al. (2012). [Output power distributions of terminals in a 3G mobile communication network](#). *Bioelectromagnetics*, vol. 33, pp. 320–325, 2012.

¹⁰⁹ Azzedine Gati et al. (2009). [Exposure induced by WCDMA Mobile Phones in Operating Networks](#). *IEEE Trans on wireless communications*, vol. 8 No 12, 2009.

¹¹⁰ Paramananda Joshi et al. (2017). [Output Power Levels of 4G User Equipment and Implications on Realistic RF-EMF Exposure Assessments](#). *IEEE Access*, Vol. 5, pp. 4545–4550, 2017.

¹¹¹ Предельные уровни, установленные официально в большинстве стран, основаны на Руководствах МКЗНИ 1998 года.

¹¹² ICNRP. [ICNIRP Statement on the Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields \(up to 300 GHz\)](#). *Health Physics*, 2009. 97(3): pp. 257–258.

¹¹³ FCC. [Guidelines for Evaluating the Environmental Effects of Radiofrequency Radiation](#), in *47 CFR Parts 1, 2, 15, 24 and 97*, FCC, Editor. 1996: Federal Register.

¹¹⁴ ITU-T. Recommendation [ITU-T K.52 \(01/2018\)](#). Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields.

производителей и импортеров устройств. Значения SAR для устройств публикуются на веб-сайтах производителей, а также могут быть запрошены у многих национальных регуляторных органов.

6.4 Воздействие РЧ на детей

Один из вопросов, которым посвящены исследования, – это вопрос о наличии различий в поглощении РЧ-ЭМП взрослым и детским организмом. В статьях Шёнборна и др. (1998 г.)¹¹⁵, Кустера и Бальцано (1992 г.)¹¹⁶, Хорнбаха и др. (1996 г.)¹¹⁷, Меира и др. (1997 г.)¹¹⁸ делается вывод о том, что существенных различий в поглощении РЧ-ЭМП взрослым и детским организмом нет. Ганди и Кан (2002 г.)¹¹⁹, а также Бит-Бабик и др. (2005 г.)¹²⁰ сообщают о сходных распределениях SAR в тканях головы у взрослых и детей, в отличие от результатов гораздо более раннего исследования Ганди и др. (1996 г.)¹²¹, которые были обусловлены ненадлежащим масштабированием размера и цвета. Фостер и Чу (2014 г.)¹²² также проанализировали дозиметрические данные и пришли к выводу, что в отношении соответствия радиотелефонных трубок официально установленным предельным уровням нет четких свидетельств существования возрастных различий в воздействии ЭМП в смысле пикового пространственно усредненного значения SAR в тканях головы.

Что касается мнений органов здравоохранения по этому вопросу, то в заявлении Управления по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США (FDA) утверждается, что: *«Современные научные данные не подтверждают опасность РЧ-энергии от мобильных телефонов для какой-либо категории пользователей, включая детей и подростков. Имеются также простые меры, которые все, включая детей и подростков, могут принять при желании уменьшить воздействие РЧ. Это:*

- сокращение времени, потраченного на использование сотового телефона;
- использование режима громкой связи, гарнитуры или ушных вкладышей, чтобы увеличить расстояние между сотовым телефоном и головой»¹²³.

Ряд групп, спонсируемых другими национальными правительствами, рекомендовали убеждать детей не пользоваться сотовым телефоном для несущественных звонков или не пользоваться им вообще. Например, такая рекомендация была дана в декабре 2000 года в отчете Стюарта (Соединенное Королевство)¹²⁴. В этом отчете группа независимых экспертов отмечает, что нет свидетельств в пользу того, что пользование сотовым телефоном вызывает опухоли мозга или другие неблагоприятные последствия для здоровья. Их рекомендация ограничить для детей пользование сотовыми телефонами только для важных звонков была дана исключительно из предосторожности – она не основана на научных доказательствах какой-либо опасности для здоровья. Следует также напомнить, что на момент выхода этой рекомендации в Соединенном Королевстве применялись сходные предельные уровни воздействия, которые в общем случае были одинаковы как для населения, так и для работников в производственных условиях, и что установление официальных норм на основе Руководств МКЗНИ также рекомендовалось как мера предосторожности¹²⁵.

¹¹⁵ Frank Schönborn et al. (1998). [Differences in Energy Absorption between Heads of Adults and Children in the Near Field of Sources](#). *Health Physics*, Vol. 74, pp. 160-168, 1998.

¹¹⁶ Niels Kuster and Q. Balzano (1992). [Energy Absorption Mechanism by Biological Bodies in the Near Field of Dipole Antennas above 300 MHz](#). *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 41, No. 1, February 1992.

¹¹⁷ V. Hombach et al. (1996). [The Dependence of EM Energy Absorption upon Human Head Modelling at 900 MHz](#). *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 44, No. 10, October 1996.

¹¹⁸ Klaus Meier et al. (1997). [The Dependence of Electromagnetic Energy Absorption upon Human-Head Modelling at 1800 MHz](#). *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 45, No. 11, November 1997.

¹¹⁹ Om Gandhi and Gang Kang (2002). [Some Present Problems and a Proposed Experimental Phantom for SAR Compliance Testing for Cellular Telephones at 835 and 1900 MHz](#). *Phys. Med. Biol.* 47: 1501–18.

¹²⁰ G. Bit-Babik et al. (2005). [Simulation of Exposure and SAR Estimation for Adult and Child Heads Exposed to Radiofrequency Energy from Portable Communication Devices](#). *Radiation Research* 163: 580–90.

¹²¹ Om Gandhi et al. (1996). [Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz](#). *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 44: 1884–97.

¹²² Kenneth Foster and Chung-Kwang Chou (2014). [Are Children More Exposed to Radio Frequency Energy from Mobile Phones than Adults?](#) *IEEE Access* vol. 2, pp. 1497-1509.

¹²³ FDA. [Children and teens and cell phones](#).

¹²⁴ Государственный архив Великобритании. Независимая группа экспертов по мобильным телефонам (IEGMP) под председательством сэра Уильяма Стюарта (2000 г.). [Mobile Phones and Health](#).

¹²⁵ См. пункт 28 [10-го отчета по торговле и промышленности](#) Специального комитета по торговле и промышленности Палаты общин Соединенного Королевства.

Совет по здравоохранению Нидерландов¹²⁶, который также рассматривал этот вопрос, пришел к следующему заключению: *"Не существует научных данных о негативном влиянии воздействия электромагнитных полей от мобильных телефонов, антенн базовых станций или оборудования Wi-Fi на развитие и функционирование мозга и на здоровье детей"*.

В публикации МКЗНИ, озаглавленной "Неионизирующее излучение и здоровье детей"¹²⁷, говорится следующее: *"Хотя по вопросу возможного воздействия неионизирующего излучения (НИИ) на здоровье человека опубликовано множество исследований и проведено большое число научных конференций, доказательства такого воздействия остаются неопределенными, в особенности в отношении здоровья детей"*.

Из того же источника: *"В последние годы результаты многих эпидемиологических и биологических исследований обеспечили основные входные данные для оценки риска в отношении здоровья и анализа канцерогенности ЭМП, проводимых Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в Женеве, Международным агентством по изучению рака (МАИР) в Лионе и различными национальными органами. Недавно МАИР вместе с рядом национальных органов провело оценку канцерогенности ультрафиолетового излучения и соляриев"*.

Как явствует из этого сборника материалов, наука, изучающая данный вопрос, носит мультидисциплинарный характер, соединяя медицину, эпидемиологию, биологию, электротехнику и технику электросвязи, вычислительную физику и управление рисками.

Аналитические отчеты, исследовательские статьи и обсуждения, приведенные в этом сборнике, не содержат указаний на какие-либо вновь обнаруженные области связанной со здоровьем возрастной чувствительности у детей, но остаются некоторые неопределенности (особенно в отношении лейкемии в детском возрасте), оценка которых представляет трудность с методологической точки зрения. Хотя научные данные о неблагоприятном воздействии ультрафиолетового излучения на здоровья гораздо более определенные и считается, что избыточное и/или продолжительное либо повторяющееся его воздействие является существенным фактором риска возникновения рака кожи и болезней глаз, требуются дальнейшие исследования для прояснения механизмов заболевания, которые дали бы лучшую основу для разработки методов защиты, особенно в отношении молодежи.

Этот сборник материалов представляют интерес для научных работников, а также ценность для государственных органов в части выработки политики и рассмотрения научно-исследовательских программ, направленных на заполнение имеющихся пробелов в знании".

Приведенные выводы согласуются со следующим утверждением ВОЗ: *"Имеющиеся на сегодняшний день научные данные не содержат указаний на необходимость каких-либо особых мер предосторожности при пользовании мобильными телефонами. Лица, испытывающие опасения на этот счет, могут по своему выбору снизить воздействие РЧ на себя или на своих детей, ограничив длительность звонков или используя громкую связь, чтобы мобильный телефон находился на удалении от головы и тела"*.

Кроме того, ВОЗ заявляет следующее: *"За последние 20 лет были проведены многочисленные исследования для того, чтобы оценить, представляют ли мобильные телефоны потенциальный риск для здоровья. На сегодняшний день каких-либо неблагоприятных последствий для здоровья, вызываемых использованием мобильными телефонами, не установлено"*¹²⁸.

Таким образом, вес научных данных свидетельствует об отсутствии доказательств каких-либо неблагоприятных последствий для здоровья человека от использования мобильных телефонов или устройств беспроводной связи. В соответствии с рекомендациями ВОЗ родителям и лицам, испытывающим опасения, предлагаются способы, позволяющие уменьшить воздействие на себя и детей путем ограничения длительности звонков или использования громкой связи, чтобы мобильный телефон находился на удалении от головы и тела.

¹²⁶ Health Council of the Netherlands, 2011,). [Influence of radiofrequency telecommunication signals on children's brains](#). The Hague: Health Council of the Netherlands, 2011; publication no. 2011/20E. ISBN 978-90-5549-859-8.

¹²⁷ ICNIRP. [Non-ionizing Radiation \(NIR\) and Children's Health](#). Материалы Международного совместного семинара, организованного COST/ICNIRP/WHO/EuroSkin и проводившегося INIS 18–20 мая 2011 года в Любляне (Словения). *Progress in Biophysics & Molecular Biology* (107)3:311-482 (2011).

¹²⁸ ВОЗ. Новости. Информационный бюллетень. [Электромагнитные поля и общественное здравоохранение: мобильные телефоны](#). Октябрь 2014 года.

Глава 7 – Исследования конкретных ситуаций

7.1 Общая информация

Стремительное развитие электросвязи и ИКТ привело к повсеместному присутствию в окружающей среде электромагнитных полей (ЭМП). В некоторых странах это вызвало опасения относительно возможных неблагоприятных последствий длительного воздействия ЭМП для здоровья населения. В результате быстрого роста количества сообщений по электронным средствам связи и широчайшего распространения источников радиочастотных электромагнитных полей (РЧ-ЭМП) операторам и государственным органам, ведающим радиосвязью и ИКТ, поступает множество вопросов и жалоб.

Правительства осведомлены о необходимости принятия мер по информированию населения и реагированию на его опасения. Руководствуясь Рекомендациями МСЭ или национальными нормативными актами, они внедряют различные практические методы ограничения воздействия РЧ-ЭМП, с тем чтобы внушить уверенность в безопасности и безвредности мачт подвижной связи, а также развеять сопутствующие мифы и недоразумения, сформировать прозрачную и подотчетную экосистему для обмена информацией и обеспечения соответствия стандартам ограничения воздействия РЧ-ЭМП.

В одних странах предельные уровни воздействия устанавливаются на основе Руководств МКЗНИ, другие же проводят собственные исследования и вводят дополнительные ограничения.

Так, в ряде стран были приняты меры по ограничению воздействия РЧ-ЭМП на человека и эффективному информированию заинтересованных сторон о подходах к решению этого вопроса на основе примеров передового опыта, которым должны следовать правительство, поставщики услуг и население.

ВОЗ и МСЭ составили планы мероприятий по информированию о рисках воздействия РЧ-ЭМП с упором на обмен информацией о различных аспектах опасности РЧ-ЭМП между странами и регионами, включая разработку стандартов, проведение научных исследований, регулярную публикацию сводок их результатов и организацию симпозиумов.

Вклады, полученные в рамках работы 2-й Исследовательской комиссии МСЭ-D по вопросу 7/2, а также 5-й Исследовательской комиссии, позволили систематизировать практику различных стран по эффективному учету связанных с этим проблем.

7.2 Инициативы отдельных стран

Инициативы по эффективному учету вопросов, связанных с воздействием РЧ-ЭМП, можно обобщить следующим образом:

- принятие нормативных актов, устанавливающих пороговые и предельные уровни воздействия;
- проведение кампаний по измерению уровня ЭМП;
- проведение кампаний по информированию о практических подходах, которые следует внедрить;
- установление каналов связи между правительством и населением для информирования населения о принятых мерах и реагирования на опасения общественности;
- исследование последствий воздействия РЧ-ЭМП.

7.2.1 Пример Бурунди¹²⁹

Бурунди понимает, что внедрение нормативно-правовой базы, способствующей развитию электросвязи, гарантирует улучшение качества обслуживания и обеспечивает населению лучшие условия жизни. Политика стимулирования совместного использования инфраструктуры также помогает уменьшить предполагаемые последствия воздействия РЧ-ЭМП на человека. Предполагаемый риск, связанный с воздействием электромагнитных полей, – вопрос, часто поднимаемый общественностью. Агентство по регулированию и контролю электросвязи (*Agence de régulation et de contrôle des télécommunications – ARCT*)

¹²⁹ Документ [2/42](#) ИК2 МСЭ-D, Бурунди.

Бурунди разработало руководящие указания, устанавливающие пороговые и предельные уровни, которые не должны превышать операторы при установке базовых станций для развертывания сетей электросвязи.

Совместное использование инфраструктуры способствует сдерживанию слишком быстрого роста количества базовых станций благодаря группированию антенн на определенных мачтах, размещенных в хорошо изученных местах, в соответствии с нормами. В частности, ARCT приняло следующие меры:

- информировало операторов о необходимости совместного использования инфраструктуры для оптимизации и сокращения затрат;
- информировало население о необходимости бережного отношения к установленному операторами оборудованию во избежание актов саботажа и вандализма в сетях электросвязи;
- провело контрольные измерения в целях проверки технического и функционального соответствия установленного операторами электросвязи оборудования;
- разработало руководящие указания по совместному использованию инфраструктуры электросвязи.

7.2.2 Пример Центральноафриканской Республики¹³⁰

Полная либерализация сектора электросвязи/ИКТ в Центральноафриканской Республике, где присутствуют четыре оператора подвижной телефонной связи (Telecel, Moov, Azur и Orange) и где на рынке фиксированной телефонной связи монопольное положение занимает действующий оператор Socatel, приводит к быстрому увеличению количества базовых станций в Банги, столице страны, а также в большинстве крупных городов в провинциях страны. В результате такого беспорядочного строительства базовых станций у населения возникли определенные негативные мнения о воздействии ЭМП. Столкнувшись с этой проблемой, правительство учредило национальное агентство по защите от излучения (*Agence nationale de radioprotection – ANR*), задачей которого является разработка политики и стратегии для решения данной проблемы.

С этой целью правительство через свой регуляторный орган (*Agence de régulation des télécommunications – ART*) приняло в качестве первоначальной меры ряд нормативных актов, обязывающих операторов переходить на совместное использование инфраструктуры. К сожалению, с выполнением этих норм операторами и с обеспечением их соблюдения со стороны ART были проблемы.

ART отвечает за сбор с операторов средств в размере определенного процента их оборота, предназначенных для помощи затронутому населению. К сожалению, агентство испытывает трудности в работе из-за нежелания операторов вносить свой вклад в финансирование его деятельности.

Несмотря на это, принимается ряд мер, включая:

- информирование операторов о необходимости совместного использования инфраструктуры для оптимизации и сокращения затрат;
- информирование населения о необходимости бережного отношения к установленному операторами оборудованию во избежание актов саботажа и вандализма в сетях электросвязи;
- проведение контрольных измерений в целях проверки технического и функционального соответствия установленного операторами электросвязи оборудования;
- разработку руководящих указаний по совместному использованию инфраструктуры электросвязи;
- приобретение необходимого оборудования для контроля уровня РЧ-ЭМП;
- создание телефонного центра для эффективного приема и обработки жалоб от потребителей.

7.2.3 Пример Сенегала¹³¹

Получив из различных исследований международных организаций информацию о том, что у населения имеются определенные мнения о воздействии РЧ-ЭМП на человека, Сенегал проводит кампании по измерению уровня воздействия РЧ-ЭМП посредством своего регуляторного органа электросвязи и почты

¹³⁰ Документ [SG2RGQ/42\(Rev.1\)](#) ИК2 МСЭ-D, Центральноафриканская Республика (на французском языке).

¹³¹ Документ [SG2RGQ/50](#) ИК2 МСЭ-D, Сенегал (на французском языке).

(Autorité de régulation des télécommunications et des postes – ARTP). Сенегал закупил оборудование для контроля уровня РЧ-ЭМП на территории страны и провел кампании по измерению параметров РЧ-ЭМП.

Эти кампании проводились в густонаселенных городских районах Сенегала в соответствии с рекомендациями Справочника МСЭ-R по контролю за использованием спектра, Рекомендациями МСЭ-T серии К, посвященными этим вопросам, руководящими указаниями МСЭ-D и Руководствами МКЗНИ.

Согласно действующему в стране Кодексу электросвязи, международным руководящим принципам, а также рекомендациям МСЭ, МКЗНИ и других подобных организаций, операторы обязаны обеспечивать соответствие определенным требованиям, связанным с предельными уровнями излучения, шириной периметров безопасности, испытанием оборудования перед монтажом и вводом в эксплуатацию, утверждением результатов испытаний со стороны регуляторного органа, а также сообщением регулятору уровней РЧ-ЭМП. В соответствии с этим принципом регуляторный орган сертифицирует импортеров радиооборудования на соответствие международным стандартам.

По завершении кампании общественность получит в свое распоряжение надежную обзорную информацию, которая будет доступна как физическим лицам, так и организациям. Наконец, будет реализована стратегия по проведению консультаций и взаимодействию со всеми операторами сетей подвижной связи и независимых частных сетей, направленная на обеспечение непрерывного контроля объектов радиосвязи и применение рекомендаций и руководящих указаний о допустимых уровнях РЧ-ЭМП в отношении каждой технологии.

7.2.4 Пример Китая¹³²

В Китае установлены предельные уровни электромагнитных полей от базовых станций в окружающей среде, отличающиеся от предписываемых международными рекомендациями, хотя предельные уровни воздействия для мобильных устройств и метод измерения в целом соответствуют международным стандартам. Вклад Китая содержит сводку результатов проводившихся в стране научных исследований воздействия электромагнитных полей в данном контексте:

- Китай применяет предельные уровни ЭМП в окружающей среде, отличающиеся от предписываемых международными рекомендациями, поскольку прежние стандарты были заменены новыми и получены результаты исследований и оценки рисков на национальном уровне (исходя из перспективных технологий);
- предельные уровни воздействия соответствуют международным стандартам;
- применяемый метод измерения в целом соответствует международным стандартам;
- тенденция заключается в принятии международных предельных уровней.

¹³² Документ [SG2RGQ/68](#) ИК2 МСЭ-D, Китай.

7.3 Сводка примеров передового опыта

Таблица 9: Список примеров передового опыта

Действия	План реализации	Страна
Принятие нормативных актов, устанавливающих пороговые и предельные уровни воздействия ЭМП, соблюдение которых операторы обязаны обеспечить при сооружении базовых станций для развертывания сетей электросвязи	В целом следовать Руководствам МКЗНИ	Сенегал, Бурунди, Индия, Центральноафриканская Республика, Судан
	Применять предельные уровни ЭМП в окружающей среде, отличные от рекомендованных на международном уровне, исходя из результатов исследований и оценки рисков на национальном уровне	Китай, Кот-д'Ивуар
	Публиковать законы для надзора за воздействием базовых станций на здоровье людей и окружающую среду	Китай, Сенегал, Индия, Камерун, Венгрия, Кот-д'Ивуар
	Создать специализированные учреждения для оценки и утверждения установки или перемещения базовых станций	Центральноафриканская Республика
Кампании по измерению уровней ЭМП и SAR от оборудования	Приобрести оборудование, необходимое для контроля ЭМП	Китай, Сенегал, Центральноафриканская Республика, Кот-д'Ивуар, Судан
	Вести текущий контроль установок радиосвязи для обеспечения соблюдения допустимых уровней РЧ-ЭМП для каждой технологии	Китай, Центральноафриканская Республика, Сенегал, Бурунди, Кот-д'Ивуар, Судан
	Проверять оборудование для контроля SAR	Камерун
Проведение кампаний по информированию о практических методах, подлежащих внедрению	Повышать уровень информированности населения для более эффективного реагирования на вопросы, связанные с РЧ-ЭМП	Бурунди, Гаити, Индия
	Повышать уровень информированности населения, чтобы исключить случаи запрета радиоустановок операторов	Камерун, Центральноафриканская Республика
Распространение информации	Публиковать соответствующую информацию и результаты измерений на веб-сайте государственных органов	Индия
	Создать телефонный центр для эффективного приема и обработки жалоб от потребителей	Центральноафриканская Республика
	Размещать на виду у населения уведомления об общем уровне соответствия радиостанций требованиям к предельным уровням воздействия РЧ-ЭМП на человека	Колумбия
Исследование последствий воздействия электромагнитного излучения	Проводить исследования воздействия ЭМП	Китай, Республика Корея

Annexes

Annex 1: List of contributions and liaison statements received on Question 7/2

Web	Received	Source	Title
2/411	2021-03-02	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Draft proposal for the future of Question 7/2
2/392 (Rev.1)	2021-02-17	ATDI (France)	Draft Liaison Statement to ITU-T Q3/5, ITU-R WPs 1A, 1C, 5A, 5B and 6A
2/363	2021-01-11	China, GSMA, ATDI (France)	Proposed revisions to the Final Report for Question 7/2 to WTDC-21
RGQ2/TD/23	2020-10-08	Mobile & Wireless Forum	MWF comments to SG2RGQ/218(Rev.1)
RGQ2/TD/22	2020-10-08	Mobile & Wireless Forum	MWF comments to SG2RGQ/209
RGQ2/TD/21	2020-10-07	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Working Document – Updated Draft Output Report for Question 7/2
RGQ2/TD/20	2020-10-07	Co-Rapporteurs for Q7/2	Proposed liaison statement from ITU-D Study Group 2 Question 7/2 to ITU-T Q3/5, ITU-R Working Parties 1A, 1C, 4A, 5A, 5B, 5C, 5D, 6A, 7A and 7B on updates on new EMF limits
RGQ2/TD/19	2020-09-30	GSMA	GSMA comments to SG2RGQ/229
RGQ2/TD/18	2020-09-30	GSMA	GSMA proposed revisions to SG2RGQ/209
RGQ2/TD/17	2020-09-30	GSMA	GSMA comments to terminology for electromagnetic fields and health
RGQ2/TD/16	2020-09-30	GSMA	GSMA comments to Report for Question 7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annexes 1, 2, 3
RGQ2/246	2020-09-04	ATDI (France)	Report for Q7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annexes 1, 2,3
RGQ2/229	2020-08-18	Senegal	Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions
RGQ2/218 (Rev.1)	2020-07-31	Haiti	Terminology for electromagnetic fields and health
RGQ2/209	2020-06-11	China	Revisions to draft Chapter 4 of the Final Report for Question 7/2
2/324 + Ann.1	2020-02-07	BDT Focal Point for Question 7/2	Development of EMF Guidelines for the Arab region – update
2/292	2020-01-09	Guinea	Strategy and methodology for assessing the level of exposure of the general public to non-ionizing radiation in the Republic of Guinea
2/289	2020-01-08	ATDI (France)	Report for Q7/2 to WTDC-2021: Revision of Chapters 1, 2, 3 and Annex 2

(продолжение)

Web	Received	Source	Title
2/288	2020-01-08	Mobile & Wireless Forum, GSMA	Proposed revisions and updates to Draft Report of ITU-D Question 7/2
2/284	2020-01-07	GSMA	Comments on RF-EMF exposure topics discussed at Question 7/2 meeting, October 2019
2/276	2020-01-03	China	Overview of new “IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz”
2/275	2020-01-09	Senegal	Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions
2/271	2019-12-31	Burundi	Legal framework for telecommunication infrastructure sharing as a way to reduce human exposure to electromagnetic emissions in Burundi
2/267	2019-12-27	Central African Republic	Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields
2/255	2019-12-16	Haiti	CONATEL strategies for protecting consumers against exposure to electromagnetic fields
2/253	2019-12-16	Democratic Republic of the Congo	Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields
RGQ2/TD/15	2019-10-17	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Proposed text for outgoing liaison statement from ITU-D Study Group 2 Question 7/2 to ITU-T SG5 and ITU-R working parties
RGQ2/TD/11	2019-10-02	Côte d'Ivoire	Periodic assessment of the level of exposure of people to Non-Ionizing Radiation (NIR) and risk reduction in Côte d'Ivoire
RGQ2/191	2019-09-24	Hungary	10 years' experience in EMF exposure assessment technics, applied methods and strategies for the next 3 years at NMHH
RGQ2/181	2019-09-23	China	Update of electromagnetic radiation environmental monitoring standards for mobile communication base stations in China
RGQ2/180	2019-09-23	China	Revisions to draft Chapter 4 of the Final Report for Question 7/2
RGQ2/177 + Ann.1	2019-09-20	BDT Focal Point for Question 7/2	Development of EMF guidelines for the Arab region
RGQ2/158	2019-09-06	India	Multi-dimensional approach to mitigating EMF concerns in India
RGQ2/157	2019-09-05	Co-Rapporteurs for Question 7/2	Draft consolidated report for Q7/2 to WTDC-21
RGQ2/142	2019-08-14	ATDI (France)	Status of the Q7/2 Report to WTDC-21
RGQ2/140	2019-08-12	Central African Republic	Strategies and policies concerning human exposure to the ionizing effects of electromagnetic fields
RGQ2/137	2019-08-02	Cameroon	Strategies and policies concerning human exposure to electromagnetic fields: the case of Cameroon

(продолжение)

Web	Received	Source	Title
RGQ2/133	2019-07-28	Senegal	Chapter 7: Case studies and national practices based on contributions
RGQ2/123	2019-07-09	Haiti	Electromagnetic wave awareness-raising campaign
2/TD/21	2019-03-28	Co-Rapporteur for Question 7/2	Proposed liaison statement from ITU-D Study Group Q7/2 to ITU-T and ITU-R Study Groups on strategies and policies concerning human exposure to EMF
2/205	2019-03-11	Mali	Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques : cas du Mali
2/163	2019-02-06	Mobile & Wireless Forum	Contribution for Chapter 6 of the report: Modern Policies, Guidelines, Regulations and Assessments of Human Exposure to RF-EMF
2/160	2019-03-11	China	Policies to limit exposure to radiofrequency fields
2/151	2019-01-30	Central African Republic	Contribution by the Central African Republic to Question 7/2 on exposure to electromagnetic fields
2/150	2019-01-29	Haiti	National EMF activities on exposure limits
2/147	2019-01-28	ATDI (France)	Output Report on Question 7/2, Chapter 3: Updated international RF-EMF exposure limits
2/137	2019-01-15	ATDI (France)	Output report of Question 7/2, revised "Chapter 2 – ITU activities"
RGQ2/TD/7	2018-10-01	Russian Federation	ITU-D SG1 and SG2 coordination: Mapping of ITU-D Study Group 1 and 2 Questions
RGQ2/82	2018-09-18	Ghana	Ghana's Type Approval Regime – a sustainable approach to connecting and protecting users of telecommunications/ICTs and networks through conformance assessment
RGQ2/71	2018-09-18	India	Tarang Sanchar: Department of Telecommunications (DoT) India new web portal to monitor radiation compliance by telecommunication service providers and generate awareness
RGQ2/68	2018-09-17	China	Recent research activities and the update of EMF standards in China
RGQ2/50	2018-09-03	Senegal	Campagne nationale de mesure de la densité des champs électromagnétiques et d'évaluation des rayonnements non-ionisants au Sénégal
RGQ2/45	2018-08-27	ATDI (France)	Draft 7 th study period report on Question 7/2: chapters 1 and 2
RGQ2/42 (Rev.1)	2018-08-24	Central African Republic	Stratégies et politiques concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques
RGQ2/41 + Ann.1	2018-08-22	BDT Focal Point for Question 7/2	Outcome report: EMF and 5G rollout Expert Meeting, Rome, November 2017
RGQ2/40 + Ann.1	2018-08-22	BDT Focal Point for Questions 1/1, 1/2, 2/1 and 7/2	Regional Seminar for Europe and CIS on "5G Implementation in Europe and CIS: Strategies and Policies Enabling New Growth Opportunities", Budapest, July 2018

(продолжение)

Web	Received	Source	Title
RGQ2/20 + Ann.1	2018-08-09	BDT Focal Point for Question 7/2	ITU activities on EMF
RGQ2/19 + Ann.1	2018-08-08	Hungary	Report on the ITU-D Study Groups related Experts' Knowledge Exchange
RGQ2/18 + Ann.1	2018-08-06	ATDI (France)	ITU inter-Sectoral response to the public consultation of the Draft ICNIRP Guidelines on limiting exposure (100 kHz to 300 GHz)
2/85 + Ann.1	2018-04-23	BDT Focal Point for Question 7/2	Electromagnetic field level and 5G roll-out expert meeting
2/47	2018-03-15	India	Mandating adoption of harmonized, electromagnetic fields/radiofrequency (EMF/RF) exposure limit across the nations based on the international guidelines
2/42	2018-03-01	Burundi	Strategy for telecommunication infrastructure sharing as a way to reduce human exposure to electromagnetic emissions in Burundi
2/38	2018-04-20	China, ATDI (France)	Proposed Table of Content for the Report of Question 7/2
2/37	2018-04-20	China, ATDI (France)	Proposed work plan (2018-2021) for Question 7/2

Incoming liaison statements for Question 7/2

Web	Received	Source	Title
2/364	2020-12-09	ITU-R Working Party 1C	Liaison statement from ITU-R Working Party 1C to ITU Study Group Question 7/2 on revision of Report ITU-R SM.2452-0 on EMF measurements to assess human exposure
2/360	2020-11-19	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in ITU-T Q3/5
2/354	2020-10-14	ITU-R Working Party 6A	Liaison statement from ITU-R Working Party 6A to ITU-T Study Group 5 (copy to ITU-D SG2 Q7/2) on EMF exposure from bonded cellular devices
RGQ2/287	2020-07-14	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D SG2 Q7/2 on work being carried out in ITU-T SG5 on human exposure to EMF from ICTs
RGQ2/203	2020-02-18	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG1 and SG2 on information on WTS-A-20 preparation
RGQ2/TD/14 + Ann.1	2019-10-11	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in ITU-T SG5 Q3/5
RGQ2/117	2019-06-18	ITU-R study groups – Working Party 1C	Liaison statement from ITU-R WP 1C to ITU-D SG2 Q7/2 on electromagnetic field measurements to assess human exposure
RGQ2/115 + Ann.1	2019-06-14	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q4/2 and Q7/2 on work being carried out under study in ITU-T Study Group 5 Question 3/5

(продолжение)

Web	Received	Source	Title
2/119 + Ann.1	2018-10-16	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on collaboration in RF-EMF, EMC and particle radiation effects
RGQ2/TD/6 + Ann.1	2018-09-28	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on ITU inter-Sectoral response to “ICNIRP Public Consultation of the Draft ICNIRP Guidelines on Limiting EMF Exposure (100 kHz to 300 GHz)”
RGQ2/TD/4	2018-09-28	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on work being carried out under study in ITU-T Q3/5 (reply to LS ITU-R WP1C, 1C/169-E (Annex 10) and ITU-D SG2, 2/116-E)
RGQ2/7	2018-06-29	ITU-R study groups – Working Party 1C	Liaison statement from ITU-R WP1C to ITU-D SG2 Q7/2 on the Preliminary Draft New Report ITU-R SM.[EMF-MON]
RGQ2/6 + Ann.1	2018-06-04	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-R SG5 to ITU-D SG2 Q7/2 on the work which is under study in ITU-T Question 3/5
2/34	2017-11-29	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Question 7/2 on information about work that is being carried out which is under study in ITU-T Q3/5
2/33	2017-11-28	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D study groups on setting environmental requirements for 5G/ IMT-2020
2/27	2017-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Question 7/2 on information about work being carried out under study in ITU-T Q3/5
2/26	2017-11-24	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D SG2 Question 6/2 and Question 7/2 on Operational Plan for Implementation of WSA-16 Resolutions 72 and 73 (Hammamet, 2016), and Resolution 79 (Dubai, 2012)
2/22	2017-11-24	ITU-R study groups – Working Party 1C	Liaison Statement from ITU-R Working Party 7C to ITU-D Study Group 2 Q7/2 on a preliminary draft new Report ITU-R SM.[EMF-MON]
2/8	2017-11-22	ITU-T Study Group 5	Liaison Statement from ITU-T SG5 to ITU-D study groups on ITU-T Study Group 5 lead study group activities

**Канцелярия Директора
Международный союз электросвязи (МСЭ)
Бюро развития электросвязи (БРЭ)**
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 – Switzerland

Эл. почта: bdtdirector@itu.int
Тел.: +41 22 730 5035/5435
Факс: +41 22 730 5484

**Департамент цифровых сетей и
цифрового общества (DNS)**

Эл. почта: bdt-dns@itu.int
Тел.: +41 22 730 5421
Факс: +41 22 730 5484

**Департамент центра цифровых
знаний (DKH)**

Эл. почта: bdt-dkh@itu.int
Тел.: +41 22 730 5900
Факс: +41 22 730 5484

**Канцелярия заместителя Директора и региональное присутствие
Департамент координации операций на местах (DDR)**
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 – Switzerland

Эл. почта: bdtdeputydir@itu.int
Тел.: +41 22 730 5131
Факс: +41 22 730 5484

**Департамент партнерских отношений
в интересах цифрового развития (PDD)**

Эл. почта: bdt-pdd@itu.int
Тел.: +41 22 730 5447
Факс: +41 22 730 5484

Африка

Эфиопия

Региональное отделение МСЭ
Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg., 3rd floor
P.O. Box 60 005
Addis Ababa – Ethiopia

Эл. почта: itu-ro-africa@itu.int
Тел.: +251 11 551 4977
Тел.: +251 11 551 4855
Тел.: +251 11 551 8328
Факс: +251 11 551 7299

Камерун

Зональное отделение МСЭ
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé – Cameroun

Эл. почта: itu-yaounde@itu.int
Тел.: + 237 22 22 9292
Тел.: + 237 22 22 9291
Факс: + 237 22 22 9297

Сенегал

Зональное отделение МСЭ
8, Route des Almadies
Immeuble Rokhaya, 3^e étage
Boîte postale 29471
Dakar – Yoff – Senegal

Эл. почта: itu-dakar@itu.int
Тел.: +221 33 859 7010
Тел.: +221 33 859 7021
Факс: +221 33 868 6386

Зимбабве

Зональное отделение МСЭ
TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792
Belvedere Harare – Zimbabwe

Эл. почта: itu-harare@itu.int
Тел.: +263 4 77 5939
Тел.: +263 4 77 5941
Факс: +263 4 77 1257

Северная и Южная Америка

Бразилия

Региональное отделение МСЭ
SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo
Magalhães
Bloco E, 10^o andar, Ala Sul
(Anatel)
CEP 70070-940 Brasilia – DF – Brazil

Эл. почта: itubrasilia@itu.int
Тел.: +55 61 2312 2730-1
Тел.: +55 61 2312 2733-5
Факс: +55 61 2312 2738

Барбадос

Зональное отделение МСЭ
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown – Barbados

Эл. почта: itubridgetown@itu.int
Тел.: +1 246 431 0343
Факс: +1 246 437 7403

Чили

Зональное отделение МСЭ
Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile – Chile

Эл. почта: itusantiago@itu.int
Тел.: +56 2 632 6134/6147
Факс: +56 2 632 6154

Гондурас

Зональное отделение МСЭ
Colonia Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cia
Apartado Postal 976
Tegucigalpa – Honduras

Эл. почта: itutegucigalpa@itu.int
Тел.: +504 2235 5470
Факс: +504 2235 5471

Арабские государства

Египет

Региональное отделение МСЭ
Smart Village, Building B 147
3rd floor
Km 28 Cairo
Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo – Egypt

Эл. почта: itu-ro-arabstates@itu.int
Тел.: +202 3537 1777
Факс: +202 3537 1888

Азиатско-Тихоокеанский регион

Таиланд

Региональное отделение МСЭ
Thailand Post Training Center
5th floor
111, Chaengwattana Road, Laksi
Bangkok 10210 – Thailand

Mailing address:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210 – Thailand

Эл. почта: ituasiapacificregion@itu.int
Тел.: +66 2 575 0055
Факс: +66 2 575 3507

Индонезия

Зональное отделение МСЭ
Sapta Pesona Building
13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110 – Indonesia

Mailing address:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110 – Indonesia

Эл. почта: ituasiapacificregion@itu.int
Тел.: +62 21 381 3572
Тел.: +62 21 380 2322/2324
Факс: +62 21 389 5521

СНГ

Российская Федерация

Региональное отделение МСЭ
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Russian Federation

Эл. почта: itumoscov@itu.int
Тел.: +7 495 926 6070

Европа

Швейцария

Отделение для Европы МСЭ
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 – Switzerland

Эл. почта: eurregion@itu.int
Тел.: +41 22 730 5467
Факс: +41 22 730 5484

Международный союз электросвязи
Бюро развития электросвязи
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN: 978-92-61-34224-1



9 789261 342241

Опубликовано в Швейцарии
Женева, 2021 г.