



**Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение
«Научно-исследовательский институт медицины труда
имени академика Н.Ф. Измерова»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В МЕСТАХ
РАЗМЕЩЕНИЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ 5G**

Митрюшина А.В.

м.н.с. лаборатории электромагнитных полей

Международная научная конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в медицине» посвященная
65-летию ФГБНУ ВСИМЭИ

VI Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Экология и здоровье населения» 15-19
сентября 2025 года, Иркутская область, о. Ольхон, п. Хужир



Перспективный стандарт связи 5G

Современный этап развития сотовой связи определяется развертыванием мобильных сетей нового стандарта **5G/IMT-2020**, что влечет за собой появление в окружающей среде новых техногенных источников ЭМП РЧ, которые осложняют электромагнитную обстановку

1 Развитие сетей мобильной связи, внедрение 5G

Новые частотные диапазоны, увеличение ширины радиоканала

2 Применение антенных систем нового типа - mMIMO

Формирование и сканирование луча, неравномерность распределения электромагнитной энергии

3 Контроль и гигиеническая оценка уровней ЭМП

Сложная электромагнитная обстановка в местах размещения БС новых перспективных стандартов

Обозначение частотного диапазона		Диапазон частот	Ширина радиоканала
FR1		410 МГц – 7,125 ГГц	5 МГц – 100 МГц
FR2	FR2-1	24,250 ГГц – 52,600 ГГц	50 МГц – 400 МГц
	FR2-2	52,600 ГГц – 71 ГГц	100 МГц – 2000 МГц



Базовые станции различных типов (MIMO и massive MIMO)

Системы сотовой связи различных поколений отличаются типом используемых антенных технологий для построения сети. Технологии **MIMO** (Multiple Input Multiple Output) и **Massive MIMO** — ключевые элементы современных сетей мобильной связи, включая 5G

БС типа MIMO

- **ППЭ равномерно распределена** в секторе за счет широкой диаграммы направленности
- Высокий **уровень** боковых лепестков
- **Стабильно** изменяющееся во времени

ЭМП



БС типа Massive MIMO

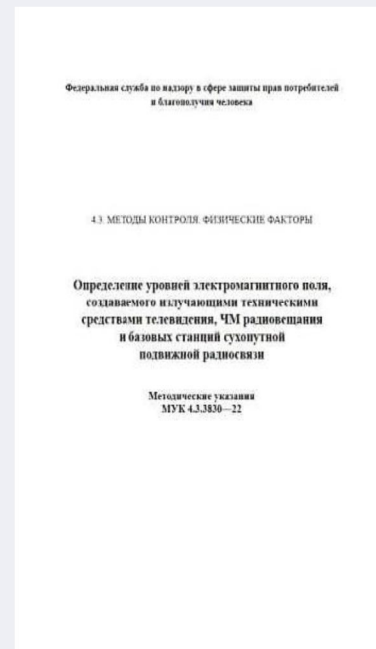
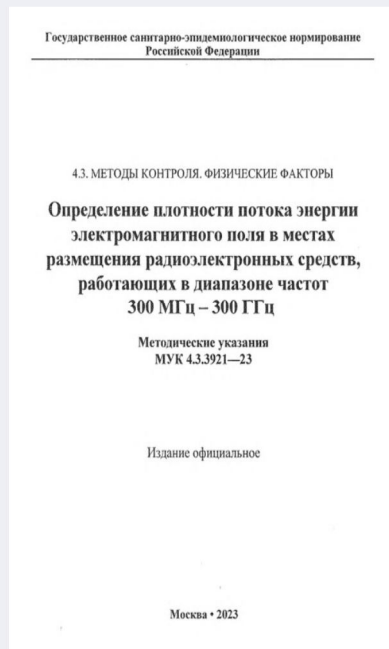
- **ППЭ высокая** в направлении **луча** (технология **beamforming**), **низкая вне** него
- Боковые лепестки **минимизированы**
- **Динамически** изменяющееся во времени

ЭМП



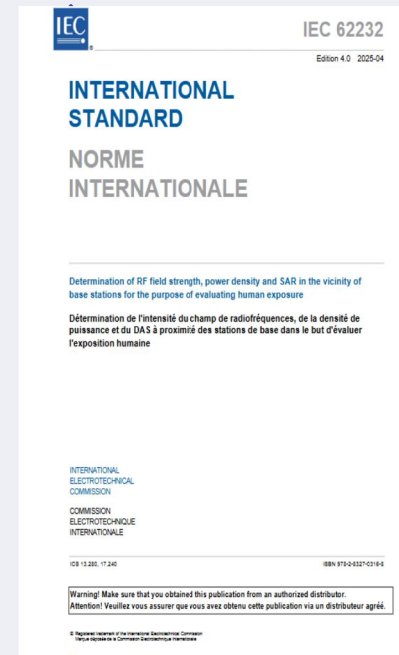
Инструментальный контроль и гигиеническая оценка электромагнитных полей БС

В Российской Федерации

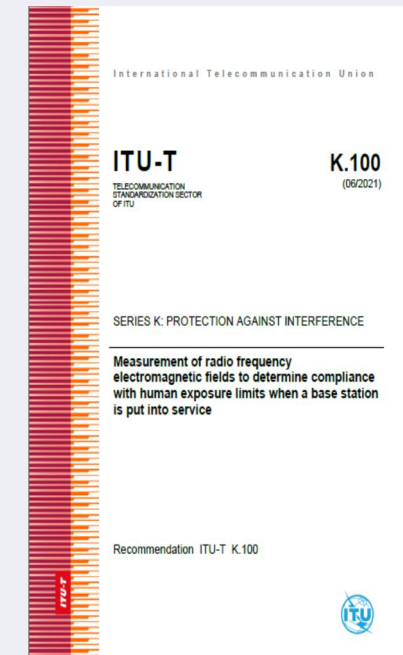


В основном широкополосные измерения ЭМП с определением общего уровня электромагнитного фона в широком диапазоне частот от различных источников

В международной практике



IEC 62232-2025



ITU-T K.100

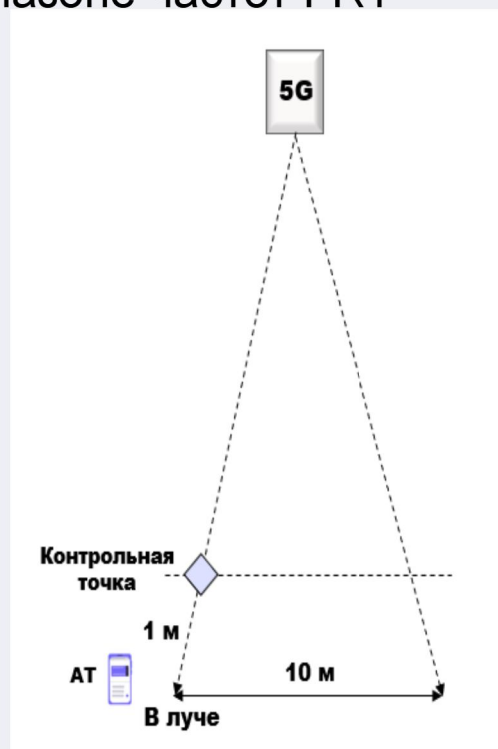
Использование частотно- и кодо-селективных методов оценки ЭМП с применением метода принудительной генерации трафика



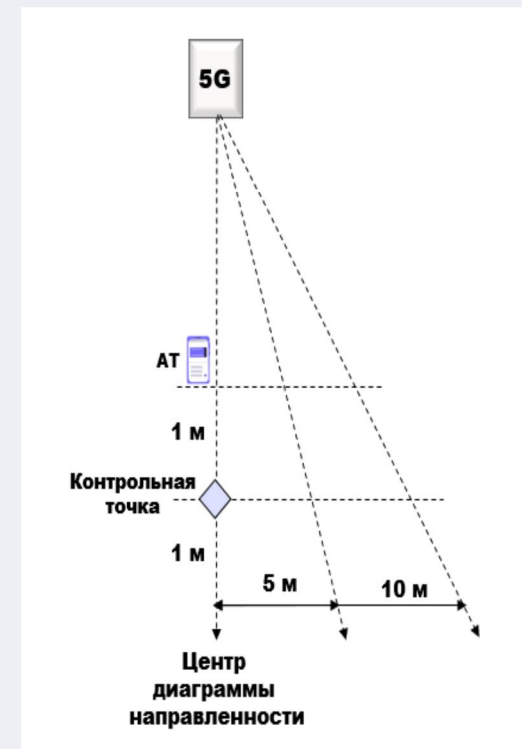
Постановка исследований

Цель работы: оценка электромагнитной обстановки, создаваемой в местах размещения БС стандарта 5G NR IMT-2020 различных типов антенн (MIMO и mMIMO) в диапазоне частот FR1

- Измерения проводились в зоне обслуживания сектора БС типа mMIMO на открытой территории и в зоне обслуживания сектора БС типа MIMO внутри помещения
- Диапазон антенн БС: n79 с центральной частотой 4850 МГц и шириной канала 100 МГц
- Активный АТ располагался в зоне прямой видимости БС на удалении 1, 5 и 10 м от контрольной точки



БС
типа
mMIMO



БС типа
MIMO



Материалы и методы

Для инструментальной оценки уровней ЭМП были использованы:

широкополосный измеритель параметров электромагнитного поля Narda NBM-550, селективный измеритель электромагнитных полей Narda SRM-3006

Для оценки максимально возможных уровней ЭМП

от БС 5G использовался метод принудительной генерации трафика от БС к АТ

Данные регистрировались

в течение 30 секунд во время принудительной передачи трафика с использованием программы тестирования скорости трафика

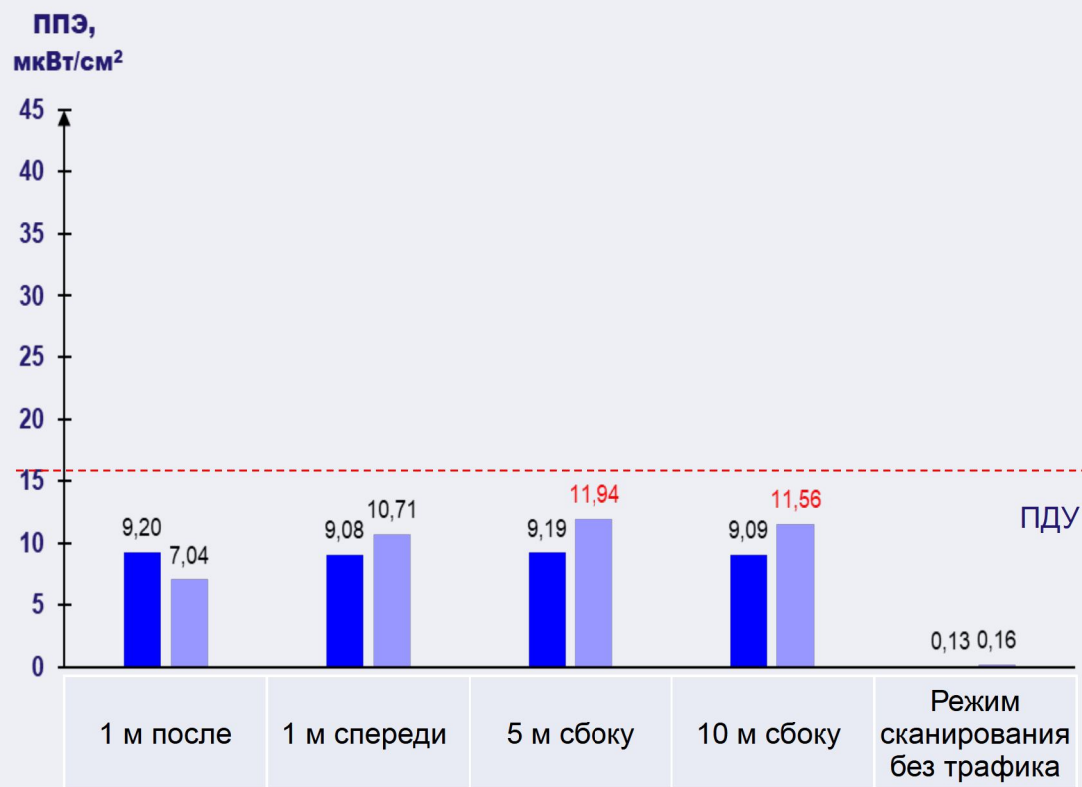




Результаты исследования

■ Широкополосные измерения

■ Частотно-селективные измерения

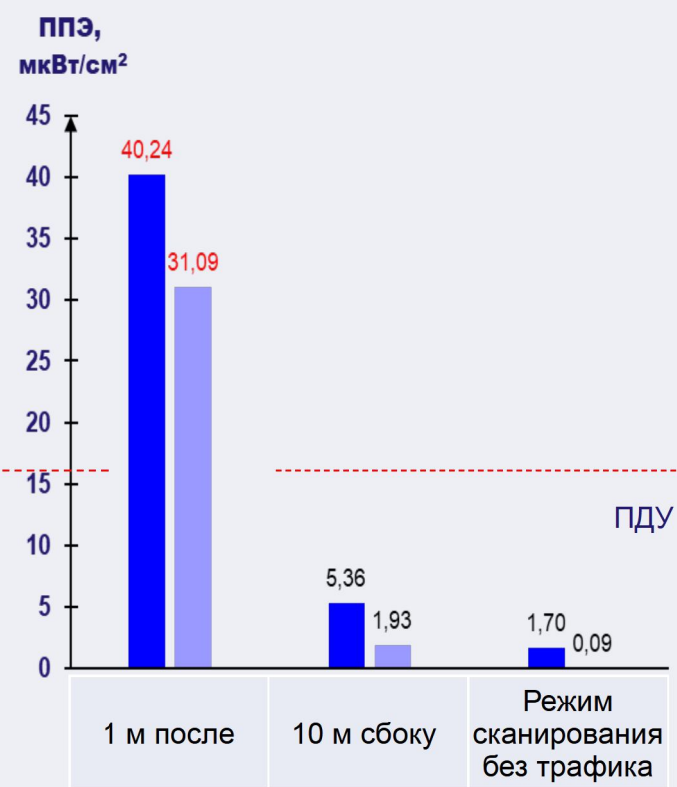


В луче

Не в луче

БС типа

MIMO



В луче Не в луче

БС типа

mMIMO

Предельно допустимые уровни ЭМП в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц для населения: 10 мкВт/см²



Выводы

1

Результаты проведенных исследований в местах размещения БС пятого поколения показали, что в режиме активной передачи трафика к АТ максимальные уровни ППЭ для антенн типа mMIMO превышали предельно допустимые уровни для населения только в зоне формирования луча

2

Для БС с антеннами типа MIMO измеренные уровни ППЭ были значительно ниже, что обусловлено их конструктивными особенностями

3

Полученные данные для БС с антеннами типа mMIMO следует рассматривать как ориентировочные наихудшие возможные уровни ППЭ во время эксплуатации мобильных систем пятого поколения

4

Полученные данные о специфике эксплуатации различных типов БС необходимо учитывать при совершенствовании методов контроля ЭМП, создаваемыми новыми поколениями связи