

СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ СВЯЗИ С УЧЕТОМ ВРЕМЕННОЙ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Л. Г. Стаценко, М. М. Смирнова,
С. В. Брылина, Е. И. Галайда, Н. С. Мех

*ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
Владивосток, Россия*

Ключевые слова: базовая станция; контроль электромагнитного излучения; предельно допустимые уровни излучения; сотовые сети; электромагнитная безопасность; электромагнитная экология; электромагнитное поле.

Аннотация: Проведено исследование существующей системы электромагнитного мониторинга в целях повышения электромагнитной безопасности территорий, на которых располагаются передающие радиотехнические объекты телекоммуникационных сетей. Представлены рекомендации по модернизации существующей системы электромагнитного мониторинга и эксплуатации базовых станций. Выявлены недостатки действующей системы мониторинга и контроля электромагнитной обстановки и предложены пути их решения.

Введение

Электромагнитное излучение (ЭМИ) сопутствует человеку во многих сферах его жизнедеятельности. Поэтому актуальность вопроса об обеспечении электромагнитной безопасности человека занимает важное место в электромагнитной экологии [1 – 4].

Общее количество базовых станций в стране составляет сотни тысяч объектов. По своей функциональной задаче системы сотовой связи стремятся создать однородное электромагнитное поле (ЭМП) с интенсивностью, необходимой для устойчивого функционирования на всей обслужи-

Стаценко Любовь Григорьевна – доктор физико-математических наук, профессор департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения, e-mail: statsenko.lg@dvfu.ru; Смирнова Мария Михайловна – старший преподаватель департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения; Брылина Светлана Владимировна – ассистент департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения; Галайда Екатерина Игоревна – ассистент департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения; Мех Наталья Сергеевна – магистрант, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия

ваемой территории. Постоянным увеличением территорий, покрытых сетями сотовой связи, объясняется рост количества базовых станций.

Базовые станции (БС) и абонентские терминалы современных систем связи являются источниками ЭМИ, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье человека и экосистему. В связи с этим изучение вопросов электромагнитной безопасности, разработка мер по ее обеспечению и мониторинг электромагнитной обстановки становятся актуальными задачами, решение которых необходимо для обеспечения устойчивого развития и безопасности связи в будущем.

Приморский край – один из ключевых регионов Дальнего Востока. Распределение БС по операторам связи в Приморском крае зависит от активности операторов, плотности населения и экономической целесообразности. Крупные операторы, такие как МТС, МегаФон, Билайн и Tele2, активно развивают свои сети в регионе, но их количество варьируется в зависимости от локации. Приведем общие данные и тенденции распределения базовых станций по операторам:

– МТС: ~30 – 35 % базовых станций. Оператор активно развивает сети в крупных городах (Владивосток, Находка, Уссурийск) и вдоль основных транспортных магистралей;

– МегаФон: ~25 – 30 %. Оператор делает акцент на улучшении покрытия 4G в пригородах и туристических зонах;

– Билайн: ~20 – 25 %, активно развивает сети в городах и поселках, но в отдаленных районах его присутствие ограничено;

– Tele2: ~15 – 20 %. Оператор активно расширяет свое присутствие, особенно в рамках совместных проектов с другими операторами (например, роуминг по сети) [5].

В крупных городах (Владивосток, Находка) все операторы имеют развитую сеть базовых станций, однако в отдаленных районах (север и запад края) преобладают базовые станции МТС и МегаФон, так как эти операторы активно участвуют в государственных программах по устранению «цифрового неравенства».

Цель исследования – оценка существующей системы контроля объектов связи, выявление ее недостатков и обоснование необходимости создания единой системы контроля объектов связи с учетом временной и пространственной динамики электромагнитных полей.

Законодательная база экологического мониторинга электромагнитных полей

Основными законодательными документами, обеспечивающими безопасность среды обитания для жизни и охрану труда в РФ, являются Конституция РФ и Федеральный закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. Основными документами, нормирующими санитарные условия труда и быта, являются санитарные правила и нормы (СанПиН), вводимые и утверждаемые Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (преемник Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации) [6].

В основе санитарной регламентации лежат исследования по гигиене труда и быта, в ходе которых изучаются характер технологических процессов, производственного оборудования и рабочих операций, условия и характер труда, состояние здоровья и заболеваемость с временной утратой работоспособности отдельных профессиональных групп. Исследования проводятся, как правило, комплексно силами ряда специалистов: гигиенистов, профпатологов, химиков, инженеров по вентиляции, светотехников, инженеров-технологов и пр.

На территории России передающие радиотехнические объекты (базовые станции, станции радиовещания, телевидения, радиолокации, объекты радиосвязи), функционирующие в различных диапазонах частот, должны соответствовать действующим санитарным нормам. Такое требование связано с неблагоприятным воздействием электромагнитных полей (ЭМП) радиочастотного диапазона на организм человека и призвано предотвратить его воздействие.

Для защиты населения от неблагоприятного воздействия ЭМИ сотовой связи существуют СанПиНы [7, 8] и методические указания [9], 4.3.1677–03, 4.3.1167–02. Также установлен предельно допустимый уровень ЭМИ, равный 10 мкВт/см^2 . Для выполнения требований санитарных правил и норм при размещении базовых станций сотовой связи необходима разработка «Санитарного паспорта радиотехнического объекта», который представляется в надзорные органы.

Расчет передающих радиотехнических объектов (ПРТО) является достаточно сложной процедурой и выполняется организацией, имеющей лицензию от Роспотребнадзора на работу с источниками ионизирующего излучения. В процессе работы специалисты проводят санитарно-эпидемиологическую экспертизу, определяют уровень ЭМП, создаваемых ПРТО, рассчитывают санитарно-защитные зоны и зоны ограничения застройки. В результате на объект выдается санитарно-эпидемиологическое заключение, на основании которого возможна его дальнейшая эксплуатация.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на эксплуатацию ПРТО – документ, дающий владельцу радиоэлектронного средства (РЭС) право на его эксплуатацию, выданный органом, осуществляющим санитарно-эпидемиологический надзор, с указанием адреса установки, типов и параметров РЭС. Если на объекте предполагается размещение нескольких передатчиков, то заключение выдается на ПРТО владельца РЭС без учета ПРТО, принадлежащих другим операторам [9].

На основании полученных данных можно определить, возможна ли установка того или иного ПРТО в определенном месте. После определения необходимых показателей оборудования происходит его монтаж на радиотехническом объекте. Затем проводят контрольные замеры излучения уже установленного оборудования, и только после этого объект может получить согласование на эксплуатацию ПРТО.

Одна из важнейших проблем электромагнитной экологии – точное прогнозирование электромагнитной обстановки вокруг излучающих объектов. Оно должно проводиться на стадиях проектирования, строительства

или реконструкции излучающих объектов. Прогнозирование позволяет оценить электромагнитную обстановку с точки зрения выполнения действующих нормативов и наметить комплекс мероприятий организационного и градостроительного характера.

Правильный прогноз оценивает перспективы развития объектов телекоммуникаций и обосновывает ресурс энергетического потенциала технических средств с точки зрения электромагнитной безопасности, что позволяет проводить оптимизацию размещения антенных устройств.

Для расчета используется специальное программное обеспечение:

1. Программный комплекс анализа электромагнитной обстановки ПК АЭМО, разработанный специалистами ФГУП «СОНИИР совместно с ЗАО «СМАРТС», Самара, 2010 г.;

2. Программный комплекс SanZone – расчет санитарно-защитных зон, Новосибирск, 2004 г.;

3. Компьютерное моделирование с помощью прочих приложений.

В основу расчета напряженности электрической составляющей электромагнитного поля передатчика базовой станции (БС) положена формула Б. А. Введенского [10], учитывающая параметры БС, расстояние от антенны до расчетной точки. Определяется условие допустимой суммарной напряженности поля на границе опасной для населения зоны. Кроме того, важная составляющая – ситуационные карты, позволяющие отследить зоны ограничения застройки и санитарно-защитные зоны.

Порядок получения документов оператором сотовой связи после получения разрешения на размещение следующий:

1. Управление Роспотребнадзора по результатам рассмотрения проектной документации выдает санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии или несоответствии проектной документации требованиям санитарных правил и норм на размещение ПРТО. Все выданные управлением санитарно-эпидемиологические заключения на проектную документацию по размещению ПРТО опубликованы в едином реестре Роспотребнадзора.

2. В соответствии с требованиями санитарного законодательства, до начала эксплуатации базовой станции оператор сотовой связи повторно согласовывает ввод БС в эксплуатацию. При этом аккредитованными лабораториями проводятся измерения фактической интенсивности электромагнитных полей в зоне влияния БС. И только в случае подтверждения безопасных уровней воздействия объекта на среду обитания и здоровье человека дается разрешение на эксплуатацию (письмо о согласовании ввода в эксплуатацию ПРТО).

Управлением Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» проводится работа по контролю (надзору) за электромагнитными излучениями в местах размещения БС сотовой связи. Несмотря на то что представленный процесс установки БС имеет определенную структуру и направлен на исключение возможности установки оборудования, несоответствующего принятым нормам и стандартам, он все же имеет ряд недостатков.

В последние годы с появлением сетей 5G встал вопрос о пересмотре существующих нормативных документов [11 – 14]. В ходе работ по прогнозированию электромагнитной обстановки опираются на методические указания 4.3.1167–02 и 4.3.1677–03. С одной стороны, данные указания дополняют друг друга в части области применения, но с другой – имеют расхождения, а иногда даже противоречия. Так, выбор трасс проведения измерений в методических указаниях 4.3.1167–02 регламентирует проведение измерений через определенные расстояния, а в 4.3.1677–03 выбор точек измерений на трассах возлагается на лицо, проводящее измерения.

Также методические указания 4.3.1167–02 обязывают проводить измерения на высоте до 2,0 м от поверхности, а 4.3.1677–03 – от 0,5 до 2,0 м от уровня подстилающей поверхности. Соответственно, требования методических документов противоречат друг другу [6].

Анализ методических документов дает основание сделать заключение о том, что одновременное проведение измерений электромагнитного излучения от БС сотовой связи и от РРС невозможно, поскольку при этом нарушаются методики проведения измерений. Кроме расхождений методических указаний, которые ведут к неточности проводимых исследований на этапе прогнозирования, существенным недостатком является то, что не учитывается рельеф местности и условия застройки.

От ландшафта зависит способ застройки в городах. Так, во Владивостоке – хаотичная плотная застройка. Высотные здания располагаются рядом с одноэтажными строениями. Все это ведет к тому, что при проектировании БС следует учесть, где именно находится БС, что ее окружает и на каком уровне относительно нее располагаются объекты застройки.

Также продолжается активное строительство новых жилых и административных зданий, при этом не учитывается, что в районе стройки уже располагается какая-то БС. Но кто тогда ответственен за влияние ЭМИ от данного ПРТО на новое строение? Сейчас данное обстоятельство не учитывается ни в одном нормативном документе [15].

В качестве примера представлены результаты расчета прогнозируемых зон ограничения застройки во Владивостоке при реновации микрорайона «Голубиная падь». На данный момент на этапе возведения находятся несколько многоквартирных домов и других объектов строительства. С помощью программы SanZone и имеющихся в общем доступе санитарно-эпидемиологических заключений на эксплуатацию действующих ПРТО спрогнозирована электромагнитная обстановка при полном завершении строящихся объектов. На рисунке 1 изображены горизонтальные сечения зон ограничения застройки на разных высотах над уровнем моря. Прослеживается предполагаемое в будущем нарушение (превышение установленных предельно допустимых уровней излучения), отмеченное пунктиром. Это говорит о том, что необходим механизм регулирования, который бы учитывал существующую электромагнитную обстановку при строительстве новых объектов.

Существенный недостаток системы – множество организаций, которые выдают санитарные паспорта. Примеры превышения ПДУ у уже существующего и введенного в эксплуатацию ПРТО доказывают то, что процедура получения санпаспорта на объект выполнена с нарушениями [16].

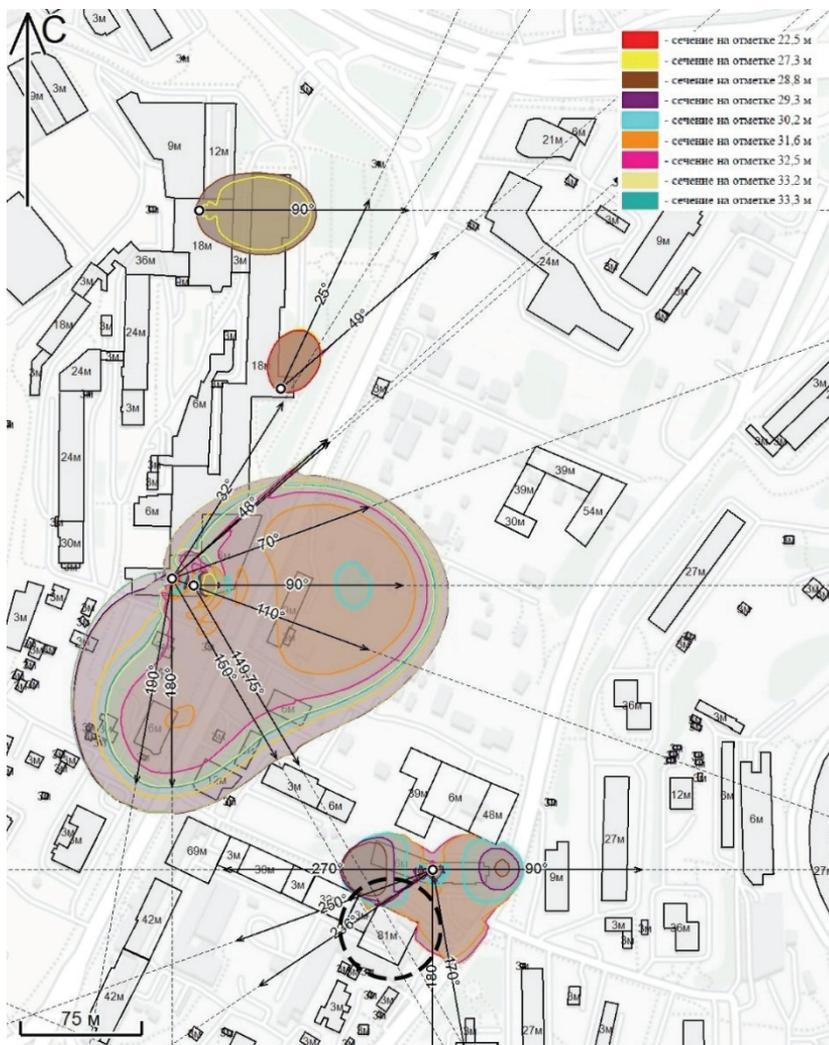


Рис. 1. Прогнозируемая электромагнитная обстановка в микрорайоне «Голубиная падь» г. Владивосток

Отметим следующее:

– точные данные о количестве заявок на санитарные паспорта от операторов связи в Приморском крае за 2024–2025 годы официально не публикуются в открытом доступе. Однако можно оценить примерные объемы, исходя из общей динамики развития сетей и требований законодательства. МТС, МегаФон, Билайн, Tele2, Ростелеком активно расширяют покрытие, особенно в рамках госпрограмм (например, ликвидация цифрового неравенства). В 2024–2025 годах продолжается модернизация инфраструктуры для 5G (пилотные проекты во Владивостоке, Находке):

– ввод новых БС требует оформления санпаспортов; плановые и внеплановые проверки Роспотребнадзора могут потребовать обновления документации;

– смена оборудования приводит к необходимости составления новых документов.

В среднем крупный оператор подает 50 – 150 заявок в год на регион (для Приморья с его плотностью населения и рельефом – ближе к верхней границе). Общее число заявок по всем операторам: 200 – 600 в год, с учетом новых вышек (особенно в преддверии ВЭФ и других крупных событий) и замены оборудования.

В Приморском крае санитарные паспорта на строительство БС выдает только Роспотребнадзор (его территориальные управления). Однако в данном процессе участвуют и другие организации, проводящие экспертизы и замеры:

1. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае»: проводит замеры ЭМИ после монтажа БС; выдает протоколы для Роспотребнадзора.

2. Аккредитованные лаборатории делают расчеты и замеры.

В Приморском крае существуют государственные и частные аккредитованные лаборатории.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о необходимости создания единого органа по контролю объектов связи с учетом временной и пространственной динамики ЭМП, который позволит обеспечить общий мониторинг электромагнитной обстановки и в дальнейшем избежать ошибок при проведении прогнозирования электромагнитной обстановки, санитарно-эпидемиологической экспертизы.

Вопросам модернизации системы гигиенической оценки ЭМП, создаваемых базовыми станциями сотовой связи в РФ, посвящено большое количество публикаций [17 – 19].

Единая система контроля объектов связи позволит решить следующее:

– внедрить селективные методы оценки ЭМП от базовых станций действующих и перспективных поколений;

– внедрить подход экстраполяции результатов селективных измерений для оценки теоретического максимального уровня экспозиции ЭМП;

– разработать методы мониторинга фактической мощности излучения БС с помощью контролеров сети, систем поддержки эксплуатации сети и т.п.;

– разработать подход определения фактических максимальных уровней экспозиции на основе статистических исследований распределения передаваемой мощности при эксплуатации базовых станций в реальных условиях;

– разработать регулирующие документы по обеспечению взаимодействия органов санитарно-эпидемиологической службы и владельцев/операторов БС в рамках контроля ЭМП.

В связи с вышеизложенным, требуется доработка существующих методических указаний и внесение изменений в них.

Заключение

Активное развитие беспроводных сетей связи приводит к увеличению числа мобильных терминалов и базовых станций, что делает необходимым более детальное рассмотрение такого фактора загрязнения окружающей среды, как электромагнитное излучение. Важным аспектом контроля элек-

тромагнитной обстановки является правильная установка самих базовых станций с учетом всех санитарных правил и норм.

Для этого предложено создание единого органа по мониторингу объектов связи с учетом временной и пространственной динамики электромагнитных полей. В связи с чем рекомендуется пересмотр существующей структуры гигиенической оценки электромагнитного поля и передача полномочий по выдаче санитарных паспортов единому органу, что поможет усовершенствовать систему мониторинга электромагнитной обстановки и контроля электромагнитного загрязнения.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России в сфере научной деятельности по проекту №FZNS-2023-0008/.

Список литературы

1. Стаценко, Л. Г. Оценка электромагнитного загрязнения при модернизации сотовых сетей связи города Владивостока / Л. Г. Стаценко, А. А. Бахвалова. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2021. – № 4(82). – С. 39 – 47. doi: 10.17277/voprosy.2021.04.pp.039-047
2. Стаценко, Л. Г. Электромагнитный фон на территории кампуса ДВФУ на о. Русский: инструментальные измерения / Л. Г. Стаценко, А. А. Бахвалова, И. Д. Жмакина // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2021. – № 3(48). – С. 124 – 132. doi: 10.24866/2227-6858/2021-3-14
3. Снижение негативного воздействия электромагнитного излучения в сетях 5G / Л. Г. Стаценко, М. М. Смирнова, С. В. Брылина, Н. Б. Цыренова // Вестник МАНЭБ. – 2023. – Т. 28, № 3. – С. 50 – 52.
4. Стаценко, Л. Г. Экологическая безопасность базовых станций и абонентских терминалов современных систем связи / Л. Г. Стаценко, М. М. Смирнова, Н. Б. Цыренова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2024. – № 1(91). – С. 35 – 43. doi: 10.17277/voprosy.2024.01.pp.035-043
5. Стаценко, Л. Г. Электромагнитное излучение цифровых систем связи: обзор, проблемы и перспективы / Л. Г. Стаценко, М. М. Смирнова, Н. Б. Цыренова // Безопасность жизнедеятельности. – 2024. – № 4(280). – С. 30 – 41.
6. Жмакина, И. Д. Оценка уровня электромагнитного фона, создаваемого базовыми станциями / И. Д. Жмакина, Л. Г. Стаценко // Информационные технологии. Проблемы и решения. – 2021. – № 3(16). – С. 65 – 70.
7. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи. – Текст : электрон. – URL : <https://base.garant.ru/4179040/> (дата обращения: 05.06.2025)
8. СанПиН 2.2.4.1383–03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов.– Текст : электрон. – URL : <https://base.garant.ru/12131290/> (дата обращения: 05.06.2025)
9. Методические указания 4.3.2320–08 «Порядок подготовки и оформления санитарно-эпидемиологических заключений на передающие радиотехнические объекты».– Текст: электрон. – URL : <https://base.garant.ru/4186630/> (дата обращения: 05.06.2025)
10. Андреев, Ю. В. Эффект «волновода» при распространении сверхширокополосных сигналов в помещении / Ю. В. Андреев, М. М. Петросян // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. – 2022. – Т. 5, № 3. – С. 304 – 317. doi: 10.29039/2587-9936.2022.05.3.22

11. Мордачев, В. И. Электромагнитная безопасность систем мобильной связи 4G/5G / В. И. Мордачев, А. С. Свистунов, Е. В. Синькевич // Доклады БГУИР. – 2024. – Т. 22, № 2. – С. 80 – 91. doi: 10.35596/1729-7648-2024-22-2-80-91
12. Сизов, Д. В. Оценка влияния электромагнитных полей сетей 5G на человека / Д. В. Сизов, Д. Ю Панкратов. // Телекоммуникации и информационные технологии. – 2021. – Т. 8, № 1. – С. 13 – 20.
13. Research on Electromagnetic Radiation Safety Assessment of Co-construction and Sharing 5G Network / L. Senwen, W. Zhizhong, W. Huagang, C. Shaochuan // 2022 6th International Conference on Communication and Information Systems (ICCIS), Chongqing, China. – 2022. – P. 27 – 34. doi: 10.1109/ICCIS56375.2022.9998130
14. Srivastava, A. Energy Efficient Transmission Trends Towards Future Green Cognitive Radionetworks (5G): Progress, Taxonomy and Open Challenges / A. Srivastava, M. S. Gupta, G. Kaur // Journal of Network and Computer Applications. – 2020. – Vol. 168, No.1. – Art. 102760. doi: 10.1016/j.jnca.2020.102760
15. Моделирование процессов электромагнитного взаимодействия распределенных объектов системы сотовой связи / И. С. Киреев, И. В. Зубарев, В. Л. Бурковский, Е. В. Кошечев // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2022. – Т. 18, № 4. – С. 96 – 100. doi: 10.36622/VSTU.2022.18.4.014
16. Выбор точек контроля электромагнитных полей радиочастотного диапазона / О. А. Молок, Т. С. Уланова, А. Л. Пономарев, А. А. Одегов // Анализ риска здоровью – 2022. Фундаментальные и прикладные аспекты обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения : сб. трудов конф.: в 2 томах, Пермь, 18–20 мая 2022 г. – Пермь, 2022. – Т. 1. – С. 373 – 376.
17. Орешина, М. Н. Исследование воздействия электромагнитных излучений на организм человека / М. Н. Орешина, Е. Ю. Савенко // Известия Тул. гос. ун-та. Технические науки. – 2021. – № 3. – С. 342 – 347. doi: 10.24412/2071-6168-2021-3-342-347
18. Radiofrequency electromagnetic field (RE-EMF) exposure levels from mobile and portable devices during different conditions of use. T-REC-K.Sup13-202112. ITU. – 2021. – P. 3 – 7. – URL : https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-K.Sup13-202112-I!!PDF-E&type=items (дата обращения: 05.06.2025).
19. Kljajic, D. Comparative analysis of EMF monitoring campaigns in the campus area of the University of Novi Sad / D. Kljajic, N. Djuric // Environmental Science and Pollution Research International. – 2020. – Vol. 27, No. 13. – P. 14735-14750. doi: 10.1007/s11356-020-08008-8

References

1. Statsenko L.G., Bakhvalova A.A. [Assessment of electromagnetic pollution during the modernization of cellular communication networks in the city of Vladivostok], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2021, no. 4(82), pp. 39-47. doi: 10.17277/voprosy.2021.04.pp.039-047 (In Russ., abstract in Eng.)
2. Statsenko L.G., Bakhvalova A.A., Zhmakina I.D. [Electromagnetic background on the territory of the FEFU campus on Russky Island: instrumental measurements], *Vestnik Inzhenernoy shkoly Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta* [Bulletin of the Engineering School of Far Eastern Federal University], 2021, no. 3(48), pp. 124-132. doi: 10.24866/2227-6858/2021-3-14 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Statsenko L.G., Smirnova M.M., Brylina S.V., Tsyrenova N.B. [Reducing the negative impact of electromagnetic radiation in 5G networks], *Vestnik MANEB* [Bulletin of MANEB.], 2023, vol. 28, no. 3, pp. 50-52. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Statsenko L.G., Smirnova M.M., Tsyrenova N.B. [Environmental safety of base stations and subscriber terminals of modern communication systems], *Voprosy*

sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2024, no. 1(91), pp. 35-43. doi: 10.17277/voprosy.2024.01. pp.035-043 (In Russ., abstract in Eng.)

5. Statsenko L.G., Smirnova M.M., Tsyrenova N.B. [Electromagnetic radiation of digital communication systems: review, problems and prospects], *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Life safety], 2024, no. 4(280), pp. 30-41. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Zhmakina I.D., Statsenko L.G. [Assessment of the level of electromagnetic background generated by base stations], *Informatsionnyye tekhnologii. Problemy i resheniya* [Information technologies. Problems and solutions], 2021, no. 3(16), pp. 65-70. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Available at: <https://base.garant.ru/4179040/> (accessed 05 June 2025).

8. Available at: <https://base.garant.ru/12131290/> (accessed 05 June 2025).

9. Available at: <https://base.garant.ru/4186630/> (accessed 05 June 2025).

10. Andreyev Yu.V., Petrosyan M.M. [“Waveguide” effect in the propagation of ultra-wideband signals indoors], *Infokommunikatsionnyye i radioelektronnyye tekhnologii* [Infocommunication and radioelectronic technologies.], 2022, vol. 5, no. 3, pp. 304-317. doi: 10.29039/2587-9936.2022.05.3.22 (In Russ., abstract in Eng.)

11. Mordachev V.I., Svistunov A.S., Sin'kevich Ye.V. [Electromagnetic security of 4G/5G mobile communication systems], *Doklady BGUIR* [BSUIR Reports], 2024, vol. 22, no. 2, pp. 80-91. doi: 10.35596/1729-7648-2024-22-2-80-91 (In Russ., abstract in Eng.)

12. Sizov D.V., Pankratov D.Yu. [Assessment of the influence of electromagnetic fields of 5G networks on humans], *Telekommunikatsii i informatsionnyye tekhnologii* [Telecommunications and information technologies], 2021, vol. 8, no. 1, pp. 13-20. (In Russ., abstract in Eng.)

13. Senwen L., Zhizhong W., Huagang W., Shaochuan C. Research on Electromagnetic Radiation Safety Assessment of Co-construction and Sharing 5G Network, *2022 6th International Conference on Communication and Information Systems (ICCIS)*, Chongqing, China, 2022, pp. 27-34, doi: 10.1109/ICCIS56375.2022.9998130

14. Srivastava A., Gupta M.S., Kaur G. Energy Efficient Transmission Trends Towards Future Green Cognitive Radio Networks (5G): Progress, Taxonomy and Open Challenges, *Journal of Network and Computer Applications*, 2020, vol. 168, no. 1, art. 102760. doi: 10.1016/j.jnca.2020.102760

15. Kireev I.S., Zubarev I.V., Burkovskij V.L., Koshheev E.V. [Modeling of processes of electromagnetic interaction of distributed objects of the cellular communication system], *Vestnik VGTU* [Bulletin of Voronezh. State Tech. Univ.], 2022, no. 4, pp. 96-100. (In Russ., abstract in Eng.)

16. Molok O.A., Ulanova T.S., Ponomarev A.L., Odegov A.A. [Selection of control points for electromagnetic fields of the radio frequency range], *Analiz riska zdorov'yu* [Health risk analysis – 2022. Fundamental and applied aspects of ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population: collection. conf. proceedings: in 2 volumes, Perm, May 18–20, 2022], Perm, 2022, pp. 373-376. (In Russ., abstract in Eng.)

17. Oreshina M.N., Savenko E.Yu. [Study of the impact of electromagnetic radiation on the human body], *Izvestiya TulGU. Texnicheskie nauki* [Bulletin of Tul. State University. Technical Sciences], 2021, no. 3, pp. 342-347. (In Russ., abstract in Eng.)

18. Radiofrequency electromagnetic field (RE-EMF) exposure levels from mobile and portable devices during different conditions of use. T-REC-K.Sup13-202112. ITU. –

2021, pp. 3-7, available at: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-K.Sup13-202112-I!!PDF-E&type=items (accessed 05 June 2025).

19. Kljajic D., Djuric N. Comparative analysis of EMF monitoring campaigns in the campus area of the University of Novi Sad, *Environmental Science and Pollution Research International*, 2020, vol. 27, no. 13, pp. 14735-14750. doi: 10.1007/s11356-020-08008-8

Creation of a Unified System for Monitoring Communication Objects on the Basis of Temporal and Spatial Dynamics of Electromagnetic Fields

**L. G. Statsenko, M. M. Smirnova,
S. V. Brylina, E. I. Galaida, N. S. Mekh**

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Keywords: base station; electromagnetic radiation monitoring; maximum permissible radiation levels; cellular networks; electromagnetic safety; electromagnetic ecology; electromagnetic field.

Abstract: The existing electromagnetic monitoring system has been studied in order to improve the electromagnetic safety of territories where transmitting radio engineering objects of telecommunication networks are located. Recommendations for upgrading the existing electromagnetic monitoring system and operating base stations are presented. The shortcomings of the current system of monitoring and control of the electromagnetic environment are identified and ways to solve them are proposed.

© Л. Г. Стаценко, М. М. Смирнова,
С. В. Брылина, Е. И. Галайда, Н. С. Мех, 2025