

- головы, тем лучше;
- не разговаривайте по телефону в транспорте: металлическая «коробка» является экраном, ослабляющим сигнал БС;
- старайтесь пользоваться телефоном в местах с хорошим уровнем сигнала: чем лучше покрытие, тем меньше излучение гаджета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Данилевский, В.Я.** О раздражении нервов электрическими лучами / В.Я. Данилевский // Вестник медицины. – 1897. – Т. II, № 4. – С. 69-71.
- 2. Лазарев, П.П.** Биофизика. Сборник статей по истории биофизики в СССР / П.П. Лазарев, П.П. Павлов // Московское общество испытателей природы. – Москва, 1940. – с. 76.
- 3. Кричагин, В.И.** Практические вопросы нормирования облучений полем сверхвысокой частоты / В.И. Кричагин // Вопросы биологического действия сверхвысокочастотного электромагнитного поля. ВМИ им. Кирова. – Ленинград, 1962 – С. 27-28.
- 4. Суворов, Г.А.** Вопросы биологического действия и гигиенического нормирования электромагнитных полей, создаваемых средствами мобильной связи / Г.А. Суворов, Ю.П. Пальцев, Н.Б. Рубцова и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – № 9. – С. 10-18.
- 5. Бузов, А.Л.** Предельно допустимые уровни электромагнитного излучения радиосредств сотовых систем подвижной связи / А.Л. Бузов, Ю.И. Кольчугин, К.В. Никонова и др. // Электросвязь. – 1997. – № 10. – С. 24-25.
- 6. Скогореv, М.** Безопасность сотовых телефонов: точки угроз / М. Скогореv: <http://www.cnews.ru/reviews/free/phones/safe/>
- 7. Ушаков, А.А.** Практическая физиотерапия / А.А. Ушаков. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Изд. ООО «Медицинское информационное агентство», 2009. – 608 с.
- 8.** Электромагнитные поля и здравоохранение. Базовые станции и беспроводные технологии // Издание ВОЗ. Информационный бюллетень № 304. – Май 2006. – 3 с.
- 9.** ВымпелКом (Билайн). Излучение телефонов: мифы и легенды – и отчего зависит мощность передатчика телефона. <http://www.habrahabr.ru/company/beeline/blog/202216/>
- 10. Пресман, А.С.** Организация биосферы и ее космические связи / А.С. Пресман. – М.: ГЕО-СИНТЕГ, 1997. – 239 с.
- 11. Плеханов, Г.Ф.** Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии / Г.Ф. Плеханов. – Томск: Изд. ТГУ, 1990. – 187 с.
- 12. Савичева, С.А.** Исследование влияния месторасположения микрополосковой антенны мобильного телефона на величину SAR / С.А. Савичева, Т.А. Гайнутдинов // T-Comm. – 2010. – № 8. – С. 33-37.
- 13.** Удельный коэффициент поглощения электромагнитной энергии <http://ru.wikipedia.org/wiki>
- 14.** Биологические активные добавки к пище. – Москва, Компания AMWAY, 2014. – 51 с.

Получено 04.09.18

Обоснование предметной области электромагнитной безопасности

М.Ю. Маслов, директор научно-образовательного центра Филиала ФГУП НИИР – СониИИР, доцент, к.т.н.; mikem@soniir.ru
Ю.М. Сподобаев, главный научный сотрудник Филиала ФГУП НИИР – СониИИР, профессор, д.т.н.; spod@soniir.ru
М.Ю. Сподобаев, первый заместитель генерального директора ФГУП НИИР, к. т. н.; mspd@niir.ru

УДК 621.396.1;628.518

Аннотация. Излагается методологическая основа ограничений предметной области, позволяющих на любом этапе определять и конкретизировать объект и предмет исследований в области электромагнитной экологии и безопасности. Показана необходимость проведения организационных мероприятий и обсуждений по проблемам электромагнитной безопасности, а также конкретизации целей и задач научно-исследовательских работ.

Ключевые слова: предметная область, электромагнитная безопасность, влияние на человека, мониторинг среды обитания, селитебная территория, поля радиочастот, компетенции экспертов.

ВВЕДЕНИЕ

Эпоха информатизации общества обусловила радикальные изменения всех сфер его деятельности. Безпрецедентный технологический прорыв 20–21 веков своим происхождением обязан многим областям зна-

ний, техники и технологии, которые укрупнено можно представить как физика, техника телекоммуникаций, технологии управления. С уверенностью можно утверждать, что эти области развивались не параллельными

Уровни ограничения предметной области

Предметная область	Варианты	Ограничения
Электромагнитные поля в окружающей среде – предметная область в целом	Поля естественного происхождения Антропогенные поля	Антропогенные поля
Влияние антропогенных полей	Влияние на биосистемы – электромагнитная экология Влияние на человека – электромагнитная безопасность	Влияние на человека
Влияние на человека	Медико-биологические исследования Мониторинг среды обитания	Мониторинг среды обитания
Категории облучаемых лиц (облучаемый контингент)	Население (все возрастные группы) Производственный персонал Военнослужащие Преднамеренные воздействия	Население
Население на территориях	Селитебная территория Особые условия (зоны аэропортов, береговых локопоров, в/ч и пр.) Помещения	Селитебная территория
Частотные диапазоны полей на селитебной территории (пространственно-временные характеристики полей)	Поля промышленной частоты Электростатика Поля, создаваемые постоянным током Поля электротранспорта (контактные сети и электродвигатели, автомобили) Поля радиочастот Гипогеоэлектромагнитные условия	Поля радиочастот
Источники полей радиочастот	Телерадиовещание Сети сотовой связи Системы широкополосного доступа Радиолокаторы Земные станции спутниковой связи Абонентские терминалы (в том числе сотовые телефоны)	Телерадиовещание Сети сотовой связи Системы широкополосного доступа
Компетенции экспертов	Мониторинг – компетенции в области телекоммуникаций, радиофизики, электродинамики, антенной техники, распространения радиоволн Обоснование ПДУ – компетенции в области медико-биологических исследований	–

курсами, а переплетаясь и взаимодействуя, порождали новые предметные области со своими специфическими задачами и методами.

Известно, что электромагнитные поля (ЭМП), создаваемые человеком, являются биологически активным фактором. Электромагнитная безопасность (ЭМБ) сегодня на фоне существующей ситуации в инфокоммуникациях и тенденций ее развития является вполне самостоятельной предметной областью со своими актуальными и перспективными направлениями фундаментальных и прикладных научных исследований, методологией, технологиями мониторинга и управления. Однако относительная новизна данной области, некоторая инерция мышления ряда авторов зачастую приводят к размыванию границ предмета и искаженной трактовке методов, что безусловно негативно отражается на развитии направления в целом. Данному вопросу и посвящена настоящая публикация, являющаяся продолжением серии статей по ЭМБ, опубликованных на страницах журнала «Электросвязь».

Нарастающая напряженность в обеспечении ЭМБ, ставшая следствием бурного перевооружения всех отраслей народного хозяйства в части повышения роли беспроводных технологий передачи информации и практически полной смены видов излучающих объектов на селитебных территориях, привела к кризису в системах санитарно-гигиенического контроля окружающей среды по электромагнитному фактору [1, 2].

Одним из ключевых моментов обеспечения ЭМБ населения России является нормативно-методическая база электромагнитного мониторинга, обеспечивающая

единство терминологии, толкований, принципов, оценок, подходов при его проведении. Основу этой базы составляют санитарные правила и нормы (СанПиН) и методические указания (МУК) по проведению расчетного и инструментального контроля электромагнитной обстановки.

В настоящее время проводятся масштабные работы по корректировке нормативно-методической базы электромагнитного мониторинга. Как показал опыт авторов этой статьи, актуализация нормативно-методической документации зачастую проводится без должной проработки реально сложившейся обстановки на селитебных территориях в части состава излучающих технических средств, видов и спектров электромагнитных сигналов, а также достижений современных цифровых технологий.

Проблемы, относящиеся к исследованиям реакций окружающей среды и живых организмов на электромагнитный фактор, многочисленны и затрагивают различные области знаний. Охватить все в рамках одного частного решения в принципе невозможно, да и вряд ли целесообразно. На данном этапе следует ограничиться рассмотрением ряда аспектов, особая актуальность которых обусловлена современными тенденциями в развитии государства и технологий, участием широкого круга заинтересованных социальных групп, государственных институтов и населения.

Поставим задачу ограничить предметную область исследований рамками защиты населения от электромагнитных полей. Уровни ограничения представлены в таблице.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Электромагнитные поля в окружающей среде состоят из полей естественного происхождения и антропогенных полей. Нас будут интересовать только поля антропогенного происхождения.

Влияние антропогенных полей испытывают на себе все биосистемы Земли, и эти вопросы изучаются в рамках дисциплины «Электромагнитная экология». Выделение из этого направления достаточно специфичной проблемы — влияния антропогенных ЭМП на человека — приводит к целесообразности определения этой области знаний как «Электромагнитная безопасность». Известно, что отдельные организмы биосферы могут быть гораздо чувствительнее к ЭМП, чем человек, Они могут деградировать и исчезать при гораздо меньших интенсивностях, других экспозициях и видах сигналов. Научные исследования в этом направлении проводятся менее интенсивно, хотя конечно же они необходимы для определения устойчивости биосферы при нарастающей антропогенной электромагнитной нагрузке. Методы исследования воздействий на различные объекты биосферы могут быть самыми разнообразными и зависят от конкретных организмов и их среды обитания. Такое деление предметной области предостерегает от необоснованного объединения, например, вопросов с формулировкой «защита населения и окружающей среды».

Основой оценки влияния ЭМП на организм человека является весь комплекс медико-биологических исследований. Они проводятся уже более ста лет и не прекращаются по сей день. О масштабах таких исследований в России можно судить, например, по материалам V Международной конференции «Человек и электромагнитные поля» (23–27 мая 2016 г., г. Саров Нижегородской области).

С одной стороны, в организме человека находятся десятки разных систем и органов, разные виды тканей (при электродинамическом моделировании различают более 50 видов тканей, отличающихся своими электрофизическими параметрами), происходят разнообразные биохимические процессы, а с другой, воздействует практически бесконечный спектр частот ЭМП — от 0 Гц до 300 ГГц. При этом они могут отличаться спектральным составом, пространственно-временными характеристиками, направлением прихода и ориентацией векторов поля и прочее. Все это приводит к бесконечным возможностям и направлениям медико-биологических исследований. Фундаментальная наука исследования влияния ЭМП на человека получает новые аналитические и инструментальные возможности и обнаруживает все новые и новые эффекты. В справочниках по биологическим эффектам ЭМП есть ссылки на тысячи публикаций.

Искусственное включение многочисленных результатов медико-биологических исследований в проблемы ЭМБ мешает их конструктивному решению. Обсужде-

ние проблем ЭМБ на всех уровнях срывается описанием многочисленных медико-биологических экспериментов, их результатов и эффектов, которые в конечном счете лишь подтверждают актуальность проблем ЭМБ.

Для ЭМБ представляют интерес только те частотные диапазоны и спектры электромагнитных полей, которые контактируют с человеком (население, производственный персонал, военнослужащие). В этих диапазонах и нужны критерии (предельно-допустимые уровни) оценки электромагнитной обстановки (федеральные или ведомственные) для изолированного, «сочетанного» и смешанного воздействий. В настоящее время такие критерии отсутствуют, и работы в этом направлении не ведутся! Совершенно очевидно, что для формирования научно-обоснованного критерия оценки окружающей среды по электромагнитному фактору и определения порядка контроля исполнения нормативно-методических документов необходимы медико-биологические и санитарно-гигиенические компетенции. Таким образом, ограничение этой части предметной области говорит в пользу мониторинга среды обитания.

МОНИТОРИНГ

Мониторинг — это наблюдение, оценка, прогнозирование и управление антропогенным электромагнитным фактором. При этом наблюдение обеспечивается методически и технически грамотным инструментальным контролем сложных по структуре, изменяющихся во времени и пространстве ЭМП в условиях реальных площадок и воздействия мешающих сигналов. Прогнозирование проводится с помощью теоретически обоснованной методологии расчетов электромагнитной обстановки, адаптированной к цифровым и геоинформационным технологиям. Принятие решения о качестве среды обитания человека должно осуществляться по критериям оценки, имеющим серьезное медико-биологическое и научно-техническое обоснование.

Научно-техническая и методическая проработка, техническое обеспечение и выполнение работ по организации мониторинга — именно эти мероприятия позволяют обеспечить ЭМБ [3–5]. Успешное решение проблемы ЭМБ связано с ограничением по категориям облучаемых лиц. Здесь традиционно выделяют население, производственный персонал и военнослужащих.

Совершенно очевидно, что решить все проблемы сразу для всех категорий облучаемых лиц в принципе невозможно. Для производственного персонала задача характеризуется большим числом рабочих мест, связанных с электромагнитным воздействием, видами источников излучения и разнообразием условий, диапазонов, спектров и зон облучения. Весьма специфичные условия облучения для военнослужащих обусловлены особенностями вооружения и необходимостью выполнять поставленные задачи. Авторы считают, что проблема ЭМБ производственного персонала и военнослужащих должны решаться разработкой отдельной норматив-

но-методической документации без объединения ее с проблемами защиты населения. Вопросы защиты от преднамеренного облучения людей электромагнитными полями, если они станут актуальными, тоже следует выделить в отдельное направление.

Таким образом, приоритетным ограничением предметной области по категориям облучаемых лиц является население. Это ограничение, в первую очередь, предполагает, что медико-биологическими исследованиями будут сформулированы нормы и критерии облучения для всех возрастных групп населения, независимо от гендерных признаков, состояния здоровья и положения, восприимчивости и прочее. Отсутствие в СанПиН акцентов на охват нормами всего населения привело к всплеску социальной напряженности и спекуляциям на ситуациях, когда дети попадают под облучение, удовлетворяющее нормам для населения. Дополнительные мероприятия или специальные нормы для детских учреждений и учреждений здравоохранения следует четко прописывать в нормативно-методической документации.

Естественно, что население контактирует с ЭМП в местах своего пребывания, а это селитебная территория, на которой и следует решать проблемы ЭМБ. Встречаются случаи, когда селитебные территории примыкают к площадкам, на которых размещаются специфичные источники электромагнитного излучения. К ним можно отнести зоны, прилегающие к аэропортам, береговая инфраструктура судовой навигации, а также войсковые части, наземные станции спутниковой связи и некоторые другие. Они, как правило, отличаются оригинальными наборами технических средств, спецификой размещения и только им присущими особенностями режимов работы и сигналов.

Не следует решать проблемы ЭМБ для особых условий заодно с обычными селитебными территориями. Авторы глубоко убеждены, что особых подходов требуют проблемы ЭМБ излучающих технических средств, размещаемых в помещениях. Мониторинг полей в условиях замкнутых пространств в статистически неоднородной среде на длинах волн, соизмеримых с препятствиями и переизлучающими элементами, просто не имеет смысла. Решение простое — принятие ограничительных мер на энергетику устройств и расстояния для каждого конкретного размещения.

Ограничение предметной области рассмотрением только селитебной территории определяет перечень источников, излучение которых может взаимодействовать с населением. После практически полного отказа в телекоммуникациях от радиовещания и радиосвязи в диапазонах длинных, средних и коротких волн в этом перечне в первую очередь, конечно же, стоят телерадиовещание, сети сотовой связи и широкополосного доступа [1]. По излучаемой мощности эти технические средства характеризуются следующими уровнями: телерадиовещание — единицы кВт, сети сотовой связи — базовые станции

(БС) порядка 100 Вт и сети широкополосного доступа — БС до 1 Вт. В настоящее время диапазон работы этих технических средств от 50 до 3000 МГц, и постепенно он расширяется в сторону сверхвысоких частот. Именно на эти технические средства, работающие в радиочастотном диапазоне, должны быть направлены мероприятия по организации современного мониторинга с целью обеспечения ЭМБ населения.

На особенностях научно-технических проблем проведения электромагнитного мониторинга БС и систем телерадиовещания было акцентировано внимание в [1, 2]. Базовые станции — это функциональные элементы сети сотовой связи, отличающиеся от традиционных источников электромагнитного излучения своими частотно-временными параметрами, экономичными (адаптивными) режимами работы и большим количеством на селитебных территориях.

Длительное время (уже почти 10 лет) Самарская школа электромагнитной экологии обращает внимание на особое свойство сотовых сетей связи, которое связано с их высокой технологичностью и глубоким проникновением на селитебные территории. Современные сети позволяют оперативно не только наблюдать за эмиссией ЭМП своих источников (самодиагностика сетей), но и оценивать поля по любым критериям, представлять результаты в удобном для анализа виде и управлять источниками излучений [6]. К сожалению, эта идея никак не может пробиться к экспертам, которые способны оценить и способствовать ее внедрению на государственном уровне. Поэтому в России существует огромный бессмысленный рынок труда электромагнитного мониторинга БС сотовой связи [2], к тому же расширяющегося на мониторинг БС широкополосного доступа, мощность которых в 100 раз меньше.

Разрабатывая методологию электромагнитного мониторинга систем телерадиовещания, следует учитывать, что они, как правило, входят в состав сложнейших технологических комплексов (телецентров), включающих до сотни и более излучающих технических средств. Выделять их из общего мониторинга комплекса не имеет смысла, а обеспечить необходимые для измерений режимы работы одновременно большому количеству технических средств, просто невозможно. Современная панорамная измерительная аппаратура позволяет фиксировать только текущую ситуацию в электромагнитной обстановке в данной точке. Поэтому решающее значение для оценки электромагнитной обстановки в таких условиях имеют аналитические методы.

КОМПЕТЕНЦИИ

Кроме телекоммуникаций, есть еще области народного хозяйства, технологические электромагнитные поля которых явно присутствуют на селитебных территориях, в значительной степени увеличивая электромагнитную нагрузку на население. Речь идет об энергетике, а точнее об элементах энергетических систем, которыми

насыщена селитебная территория. Это ЛЭП, распределительные и трансформаторные подстанции, сюда же можно отнести развитые структуры электротранспорта со своими контактными сетями, подстанциями и приводом подвижных составов. Поля промышленной частоты на селитебных территориях — это серьезнейшая нарастающая по актуальности проблема ЭМБ [7].

Часто в общую массу проблем присоединяют ЭМБ абонентских терминалов различных форм и вариантов исполнения, в том числе сотовых телефонов. Социальное звучание этой проблемы, активное муссирование ее в средствах массовой информации, спекуляции на здоровье и детях, мошенническое продвижение различных чудодейственных украшений и наклеек сводят на нет все усилия по системному решению основных направлений ЭМБ. Эта проблема имеет ярко выраженный воспитательный, культурно-гигиенический характер и требует иных подходов.

Совершенно очевидно, что ЭМБ, как самостоятельная предметная область, имеет существенную техническую составляющую, связанную с радиотехнологиями массового обслуживания населения. Современные источники излучений, определяющие электромагнитную обстановку на селитебных территориях, являются развитыми телекоммуникационными объектами. Эти высокотехнологичные объекты характеризуются современным оборудованием, сложными динамическими режимами работы, насыщенным спектральным составом сигналов, мультиплексированием каналов, целевым пространственно распределенным излучением. Характерной особенностью современного этапа развития телекоммуникаций является высокая концентрация разнородных технических средств на ограниченных площадках. Напомним [1], что на телецентрах размещается до ста и более передающих технических средств.

В таких условиях электромагнитная обстановка на селитебных территориях стала представлять из себя постоянно меняющуюся в пространстве и времени суперпозицию полей разнородных технических средств. При

этом становится сомнительным применение к оценке электромагнитной обстановки критериев, установленных для монохроматических полей. Напрашивается энергетическая концепция ограничения интенсивности полей на селитебных территориях, а также цифровизация всех процессов и этапов электромагнитного мониторинга.

Нужно быть хорошим специалистом в области телекоммуникаций, радиофизики, электродинамики, антенной техники, распространения радиоволн, автоматизированных систем, чтобы грамотно разбираться в тонкостях и особенностях мониторинга. Формализовать процессы электромагнитного мониторинга до уровня использования их специалистами, не владеющими перечисленными компетенциями, просто невозможно, и ведет к дискредитации самой идеи контроля окружающей среды по электромагнитному фактору.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Игнорирование ограничений предметной области приводит к размыванию проблемы ЭМБ в сторону понятных и привычных привлекаемым экспертам прикладных медико-биологических исследований, неконструктивным обсуждениям, частным выводам и предложениям, и, как результат, практическому блокированию системного решения проблемы.

Авторы предлагают решать проблемы ЭМБ в рамках целевых программ. «Национальная система электромагнитной безопасности Российской Федерации» — такое название можно рекомендовать, если не ограничивать предметную область. «Электромагнитная безопасность населения Российской Федерации» — это название говорит об ограничении предметной области только полями радиочастот и полями промышленной частоты.

Статья подготовлена по материалам выступления одного из авторов на расширенном заседании Экспертного совета Комитета СФ по социальному развитию (Москва, 29 мая 2018 года, Совет Федерации ФС РФ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Маслов, М.Ю.** Концептуальный кризис в электромагнитной безопасности телекоммуникационных сетей и систем / М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев, М.Ю. Сподобаев // Электросвязь. – 2017. – № 7. – С. 18-23.
- 2. Маслов, М.Ю.** Принципы и подходы преодоления концептуального кризиса в электромагнитной безопасности / М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев, М.Ю. Сподобаев // Электросвязь. – 2018. – № 4. – С. 22-28.
- 3. Маслов, М.Ю.** Современные проблемы электромагнитной экологии / М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев, М.Ю. Сподобаев // Электросвязь. – 2014. – № 10. – С. 39–42.
- 4. Маслов, М.Ю.** Электромагнитный мониторинг мегаполиса / М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев, М.Ю. Сподобаев // Труды НИИР. – 2013. – № 4. – С. 5–11.
- 5. Григорьев, О.А.** Специфика и современное состояние электромагнитного мониторинга Москвы и Московской области / О.А. Григорьев М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев, М.Ю. Сподобаев // Электросвязь. – 2014. – № 2. – С. 30-36.
- 6. Моденов, С.В.** Принципы оперативного мониторинга электромагнитной обстановки в сети подвижной связи / С.В. Моденов, М.Ю. Сподобаев // Инфокоммуникационные технологии. – 2010. – № 2, Том 8. – С. 78-81.
- 7. Довбыш, В.Н.** Электромагнитная безопасность элементов энергетических систем / В.Н. Довбыш, М.Ю. Маслов, Ю.М. Сподобаев. – Самара «ИПК «Содружество», 2009. – 198 с.

Получено 14.09.18