

USING MODIFIED RANK CORRELATION CRITERIA TO EVALUATE CONFORMITY OF LEAKY CABLE INTRUSION DETECTION SENSORS MATHEMATICAL MODEL WITH EXPERIMENTAL DATA

Dukhan E.I.

This paper presents statistical verification of mathematical model that can be used in theoretical research into wave shaping processes in leaky cable intrusion detection sensors. Modification of Kendall's rank correlation criteria is proposed to achieve greater reliability of decision.

Keywords: physical means of detection, mathematical model, the method of rank correlation Kendal's, relevance calculation and experiment.

Духан Евгений Изович, к.т.н., доцент, войсковая часть 69617, военнослужащий. Тел. (8-343) 228-28-10. E-mail: eduhan@pm.convex.ru

УДК 621.37

ПРИНЦИПЫ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В СЕТИ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ

Моденов С.В., Сподобаев М.Ю.

В настоящей статье рассматриваются принципы оперативного мониторинга электромагнитной обстановки (ЭМО) в сетях сотовой связи третьего поколения, а также практические технические возможности, позволяющие создать подобную систему.

Ключевые слова: мониторинг, электромагнитная безопасность, сеть сотовой связи.

В общем случае экологический мониторинг должен включать наблюдение за воздействующим фактором, оценку состояния природной среды по соответствующим критериям и прогнозирование обстановки по этому фактору. Мониторинг ЭМО осуществляется для целей санитарно-гигиенической экспертизы на этапах проектирования, строительства и эксплуатации излучающих технических средств. Основа такого мониторинга – это прогнозирование ЭМО расчетными методами, а в последнее время часто с использованием возможностей геоинформационных технологий [1]. Расчеты проводятся обычно на критические режимы работы – условия прямой видимости, максимальные излучаемые мощности и прочее.

В настоящее время актуальной задачей является создание системы оперативного мониторинга ЭМО сотовой связи. Суть такого мониторинга заключается в контроле уровня электромагнитных полей в любой момент времени на любом участке зон обслуживания для реальных эксплуатационных параметров оборудования.

«Реальная безопасность сотовой связи может быть достигнута исключительно на системном уровне. Именно на этом уровне могут быть сформу-

лированы и реализованы обоснованные технические, организационные, экономические, правовые, этические и иные требования ко всем элементам сети, обеспечивающие реальную экологическую безопасность сотовой связи в тех или иных условиях» [2].

Поставлена задача разработки системы, способной выполнять соответствующие математические вычисления по определению электромагнитного поля, в зонах обслуживания сетей современной сотовой связи. Система должна быть универсальной с точки зрения интеграции в существующие сети любых операторов. Для этого создаются специальные модули под каждого вендора с целью конвертирования форматов выходных данных с соответствующих центров сотовой связи на систему оперативного мониторинга ЭМО для ее корректного функционирования. Это является одной из ключевых задач, которые необходимо решить при создании системы.

Схема внедрения системы оперативного мониторинга ЭМО в сеть сотовой связи третьего поколения приведена на рис. 1.

С контроллера базовых станций (RNC-radio network controller) на систему оперативного мониторинга ЭМО поступают данные о существующей конфигурации сети (количестве базовых станций, их местоположение, высота подвеса антенн, углы места и азимутальные направления), а также статистические данные об излучаемой мощности каждой базовой станции. От геоинформационной системы поступают картографические данные (рельеф, тип местности, застройка), на которые в системе опера-

тивного мониторинга ЭМО накладываются данные о базовых станциях.

На стороне системы оперативного мониторинга ЭМО производится форматирование данных в соответствии с требованиями системы, и уже далее по существующим расчетным формулам производится оценка электромагнитного поля в каждой точке заданного участка местности. При необходимости осуществляется сравнение полученных данных с допустимыми значениями и выносится соответствующее решение об уровне электромагнитного излучения.

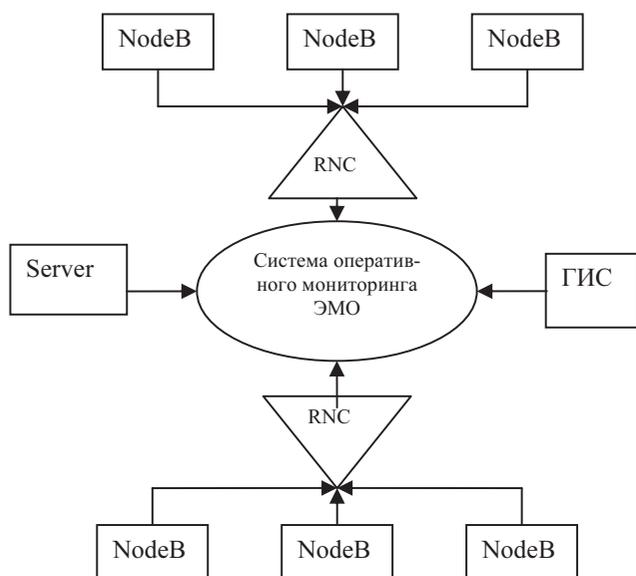


Рис.1. Схема внедрения системы оперативного мониторинга ЭМО в сеть сотовой связи третьего поколения

Процедура расчета электромагнитной обстановки производится с заданной точностью во времени и пространстве, что также направлено на экономию вычислительных ресурсов системы. При равных вычислительных возможностях можно варьировать периодичность перерасчета поля и географическую точность в зависимости от выдвигаемых требований.

Рассматриваются три возможных варианта функционирования системы оперативного мониторинга ЭМО.

Первый вариант будет заключаться в расчетах электромагнитной обстановки с повышенной точностью с точки зрения разрешения карты. На периодичность перерасчета в данном случае будут влиять размеры расчетной площади и параметры выбора шага квантования. Этот вариант необходим для оценки ситуации в случае квазистационарных режимов работы станций, когда нет необходимости часто пересчитывать обстановку из-за стабильности режимов работы по излучаемой мощности (трафику), когда важна именно

точность, а не переоценка ситуации в каждый момент времени.

Второй вариант связан с расчетом электромагнитного поля с максимальной частотой и заданным минимально возможным разрешением расчета. Это позволит оценивать ситуацию практически в «реальном времени», что, несомненно, удобно именно для оперативного мониторинга среды.

Третьим вариантом будет являться подробный расчет электромагнитной обстановки всей зоны обслуживания с максимальной точностью, например, в час наибольшей нагрузки, и последующий перерасчет проблемных участков с заданной частотой, например, каждые пять минут, для получения максимально точной статистики в местах, требующих большего внимания.

Все это предоставит удобный инструмент для оперативного контроля окружающей среды и позволит качественно оценивать электромагнитную обстановку.

В сотовой связи третьего поколения предусмотрено несколько возможностей для контроля и последующего анализа событий, которые возникают при работе терминальных устройств.

Для радиointерфейса, соединяющего между собой базовые станции и терминальные устройства, эту возможность дают автоматически сохраняющиеся на контроллере базовых станций лог-файлы такие, как performance data и call history record (CHR). Файл Performance data необходим для анализа статистики – в нее входят все события, которые произошли с устройствами, будь они успешными или неудачными. Файлы с данными CHR позволяют получить информацию только о неуспешных попытках совершить какое-либо действие – запись осуществляется только в случае возникновения ошибок. Для нас могут быть условно полезны только данные файлов CHR, но они предоставят информацию только по проблемным терминальным устройствам.

Гораздо более перспективной является возможность записи трейсов на радиointерфейсе. Трейсы бывают двух типов: CDT и IOS. Трейс CDT используется для получения сигнальной информации по конкретному абоненту. При этом для получения информации необходимо знать IMSI сим-карты. Этот трейс неудобен для реализации поставленных целей, так как не позволяет рационально получать информацию по большому количеству абонентов одновременно. Тем более, что невозможно предугадать динамику движения случайных абонентов и получить реальную карту их распределения.

Рассмотрим алгоритмы получения исходных данных для системы оперативного мониторинга электромагнитной обстановки на примере IOS трейсов.

Для поставленных задач могут использоваться сообщения типа RRC_MEAS_RPRT, содержащие в себе следующую информацию: уровень сигнала на приеме (RSCP-received signal code power), отношение сигнал-шум (EcNo-chip energy over noise), параметры местоположения абонента (RTT-round trip time), излучаемую мощность (P_t).

На рис. 2 приведена схема получения ответов на запросы об измерениях.

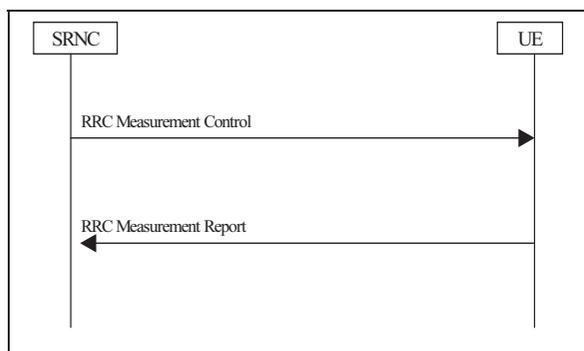


Рис. 2. Схема получения ответов на запросы об измерениях

Для просмотра этих параметров необходимо программное обеспечение, способное запускать трейсы, контролировать их статус, считывать необходимую информацию из полученных данных.

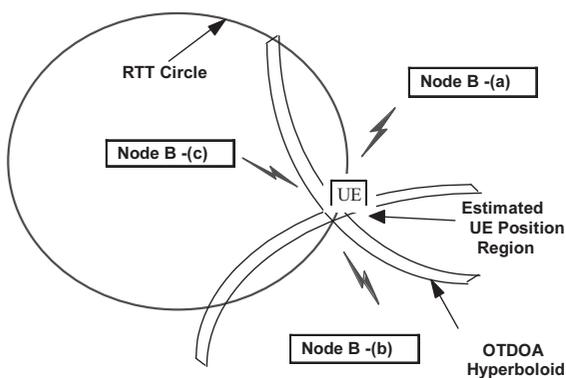


Рис. 3. Модель расчета местоположение абонента

Содержимое сообщений RRC_MEAS_RPRT интегрируется в карты с фиксацией точного местоположения абонента. При этом предварительно необходимо получить параметры, из которых, в первую очередь, необходимы глобальные координаты базовых станций, азимутальные направления и скремблирующие коды секторов.

Математическая модель, рассчитывающая пересечение трех окружностей-расстояний абонента от базовых станций и использующая RTT-round trip time и SC-scrambling codes, позволяет однозначно получить местоположение абонента, его уровень сигнала и отношение полезного сигнала к шуму (см. рис. 3).

Для определения расстояния от БС до абонента необходимо знать время t , равное времени задержки RTT. При этом расстояние определяется как $r = ct$ (c – скорость света). Система уравнений, решение которой дает информацию о конкретном местоположении абонента, состоит из уравнений координатных окружностей для трех базовых станций:

$$\begin{aligned} (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 &= r_0^2, \\ (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 &= r_1^2, \\ (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 &= r_2^2, \end{aligned}$$

где x_n, y_n – координаты, r_n – радиусы окружностей. В целом это позволяет создать карту распределения абонентов, на основе которой можно будет оценить уровень электромагнитного излучения сети сотовой связи 3G в каждом конкретном месте нахождения абонентов. Эта система является удобной в том плане, что мы получаем реальные данные эмпирическим путем.

Кроме того, данные этих трейсов можно использовать с целью подстройки математической модели расчета уровней электромагнитного излучения для получения объективных данных. Основными преимуществами метода являются: факт получения реальных данных и невысокая вычислительная сложность с точки зрения сервера обработки данных. К недостаткам же можно отнести увеличение нагрузки на контроллер RNC во время записи трейсов.

Литература

1. Довбыш В.Н., Сивков В.С. Цифровая электромагнитная модель местности // ИКТ. Т.5, № 1, 2007. – С. 85-88.
2. Мордачев В.И. Системная экология сотовой радиосвязи. Минск: ИЦ БГУ, 2009. – 319 с.
3. 3GPP, 25850-430 – UE positioning in UTRAN Iub Iur protocol aspects. – 112 p.
4. UE positioning in WCDMA. Qualcomm, 2005. – 26 p.

PRINCIPLES OF IMMEDIATE ELECTROMAGNETIC FIELD MONITORING IN MOBILE NETWORKS

Modenov S.V., Spodobaev M.Y.

The following article is devoted to principles of immediate electromagnetic field monitoring in WCDMA networks, and also technical means for it's realizing.

Keywords: electromagnetic field monitoring, WCDMA networks.

Моденов Сергей Владиславович, аспирант Кафедры электродинамики и антенн Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). E-mail: smodenov@mail.ru

Сподобаев Михаил Юрьевич, к.т.н., проректор по информатизации ПГУТИ. E-mail: mspd@psati.ru

УДК 621.369

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ В КОРИДОРАХ ПРОХОЖДЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛЭП

Маслов М.Ю., Ружников В.А., Семаков Л.М., Сподобаев Ю.М., Требульская Д.А.

В настоящей статье рассматривается разработка системы автоматизированного прогнозирования и визуализации электромагнитных полей в коридорах прохождения высоковольтных линий электропередач. Основанием для проведения работы является целевой грант Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики.

Ключевые слова: высоковольтные линии электропередач, контроль электромагнитной обстановки, программный комплекс анализа электромагнитной обстановки, интерфейс пользователя.

Введение

Бурное развитие человечества в XX веке привело к необратимому изменению облика планеты. Интенсификация промышленного производства, сельского хозяйства, внедрение информационных технологий, глобальная компьютеризация всех отраслей деятельности человека сопровождается колоссальным ростом общей энергоёмкости жизненных процессов и, очевидно, существенно изменяют среду его обитания.

Использование в возрастающих масштабах человеком электромагнитной энергии привело к тому, что в окружающей среде активно проявляется один из видов энергетического загрязнения, а именно, электромагнитный [1].

С интенсивным развитием современного информационного общества, резко возрастает потребление электрической энергии. Значительно увеличилось количество источников и объектов энергоснабжения, которые в условиях регионов объединены в рамках единой энергетической

инфраструктуры [2]. Технологии передачи и распределения электрической энергии не связаны с преднамеренным процессом излучения, однако сопровождаются электромагнитным загрязнением окружающей среды.

Линия электропередач является источником как электрического, так и магнитного полей. Уровни поля под линией существенно зависят от высоты подвеса, расстояния между проводами, напряжения в линии, наличия растительного покрова, рельефа местности под линией. Линии постоянного уровня вытянуты вдоль высоковольтной линии, замыкаясь на ней и на поверхности Земли. На форму силовых линий электрического поля оказывают влияние особенности рельефа местности (см. рис.1). Максимальные уровни соответствуют точкам проекции наибольшего провисания, а в поперечном сечении поле имеет максимумы под проводами.

Известно, что энергетическое оборудование, в частности, линии электропередач, создают ЭМП промышленной частоты, которые вносят существенный, а зачастую и определяющий вклад в общую электромагнитную обстановку на сельских территориях [2].

Следует отметить, что в то время как для излучающих технических средств телекоммуникаций существует развитая система санитарной паспортизации [1], для энергетического оборудования подобной системы не существует, а контроль электромагнитной обстановки в настоящее время проводится эпизодически при помощи ме-