

УДК 621.317.328

Дементьев В.Е., С.В. Елягин

МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА УЛЬЯНОВСКА

Приводятся результаты статистических испытаний, направленные на формирование прогноза уровня электромагнитного поля на некотором расстоянии от мест измерений. Выполнено предварительное построение электронной карты местности с нанесенными значениями уровня электромагнитного поля.

Поддержано грантом РФФИ 09-07-99002-р_офи.

В последнее время значительную актуальность имеют задачи, связанные с исследованиями экологической ситуации в той или иной области. Среди таких задач можно выделить экологический мониторинг электромагнитной обстановки. Важность задачи обуславливается широким распространением радиопередающих устройств высокой мощности и необходимостью контроля за воздействием этих устройств на здоровье населения. В работах [1, 2] предложена новая технология дистанционного автономного мониторинга электромагнитного поля. Одним из результатов работы этой технологии являются набор актуальных карт электромагнитного загрязнения исследуемой территории. Для небольших территорий процесс получения данных (фактически пеший обход территории) может быть выполнен силами нескольких специалистов за достаточно длительный промежуток времени. Например, построение карты электромагнитного загрязнения территории Ульяновского государственного технического университета заняло около 2 месяцев. Понятно, что подобный подход весьма затратен и неприменим для значительных территорий. Для решения задачи построения карт электромагнитного загрязнения таких территорий предлагается воспользоваться услугами общественного транспорта. Действительно, постоянство и плотность городских маршрутов автобусов, троллейбусов, трамваев и маршрутных такси позволяет осуществлять достаточно качественное построение карт покрытия с приемлемой плотностью данных. Возникающая при этом проблема автоматизированной передачи на диспетчерский пункт измерительных данных решается за счет применения технологий беспроводной сети, а именно дооснащения мобильного измерительного терминала GSM модемом или устройством для работы в ZigBee сетях.

Использование транспортных средств для измерения параметров электромагнитного поля приводит к необходимости доказательства адекватности данных, полученных на разных скоростях движения транспортного средства. Для этого был проведен следующий эксперимент: был выбран участок улицы длиной 0.5 км вдоль которого с шестью различными скоростями (в оба направления) перемещался автомобиль с установленным измерительным устройством, состоящим из детектора радиосигнала, GPS приемника, карты памяти и микроконтроллера. Информация о параметрах электромагнитного поля со скоростью 125 измерений в секунду (каждое измерение есть среднее восьми измерений, получаемых через 1 мс) привязывалась к географическим координатам, скорости движения и записывалась в карту памяти. На рис. 1 приведены средние значения уровня сигнала (по всем скоростям) и его среднеквадратическое отклонение (СКО) в конкретных точках трассы.

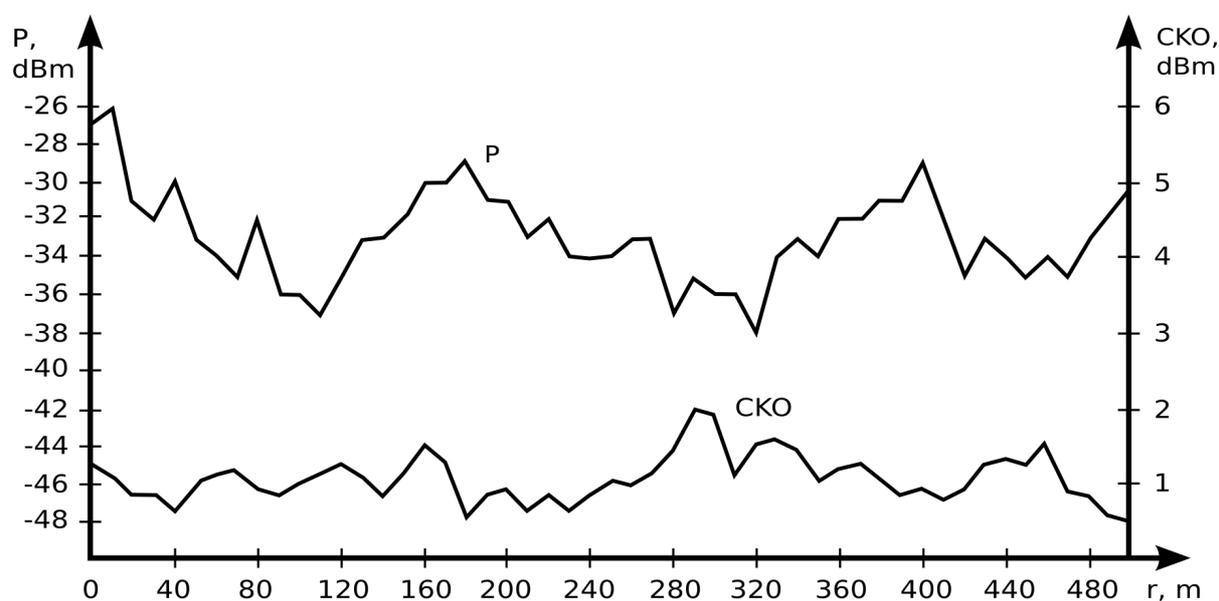


Рис. 1. Зависимость среднего уровня сигнала (по всем скоростям) и его СКО в конкретных точках трассы

Следует отметить, что в работе [3] было показано, что СКО уровня сигнала сети GSM в конкретной точке измерения составляет 0.94 - 1.28 дБм. Из рис. 1 видно, что СКО варьируется в подобных пределах. Поэтому можно сделать вывод, что измерения не зависят от скорости движения измерительного устройства. Это позволяет рекомендовать в качестве способа получения карт электромагнитного загрязнения установку автономного мобильного измерительного терминала на транспортные средства, движущиеся по установленным маршрутам.

Другой проблемой, связанной с проведением мониторинга уровня поля с помощью общественного транспорта, является необходимость экстраполяции результатов измерений на ближайшую территорию. Иными

словами необходимо ответить на вопрос будут ли измеренные на улицах города данные актуальными не только для этих улиц, но и для прилегающих территорий. Для этого была проведена серия экспериментов, заключающаяся в проведении проездов по территории г. Ульяновска и измерении уровня электромагнитного поля. Общее число измерений в ходе этих экспериментов превысило 1 млн., что дает основание считать полученные результаты адекватными реальным данным.

В связи с этим возникает задача выполнения прогноза показателей покрытия по имеющимся данным. Существует два подхода к решению данной задачи. Первый заключается в теоретическом расчете зон покрытия по априорно известным данным источников электромагнитного излучения (мощность, углы поворота/наклона, частота и пр). В силу отсутствия этих данных в настоящей работе будет выполнен прогноз покрытия вторым способом, а именно интерполяцией результатов измерений. Для применения любых алгоритмов интерполяции исследуемая территория разделяется на набор непересекающихся элементарных областей, т.е. дискретизируется. В рамках каждой такой области параметры поля считаются неизменными. Наиболее удачным способом такого разбиения следует признать разделение на квадратные области со стороной 5 метров. Далее в каждой области проводится расчет уровня поля. Для того чтобы оценить адекватность подобного прогноза воспользуемся зависимостью коэффициента корреляции между усредненными значениями уровня поля от расстояния (см. рис. 2).

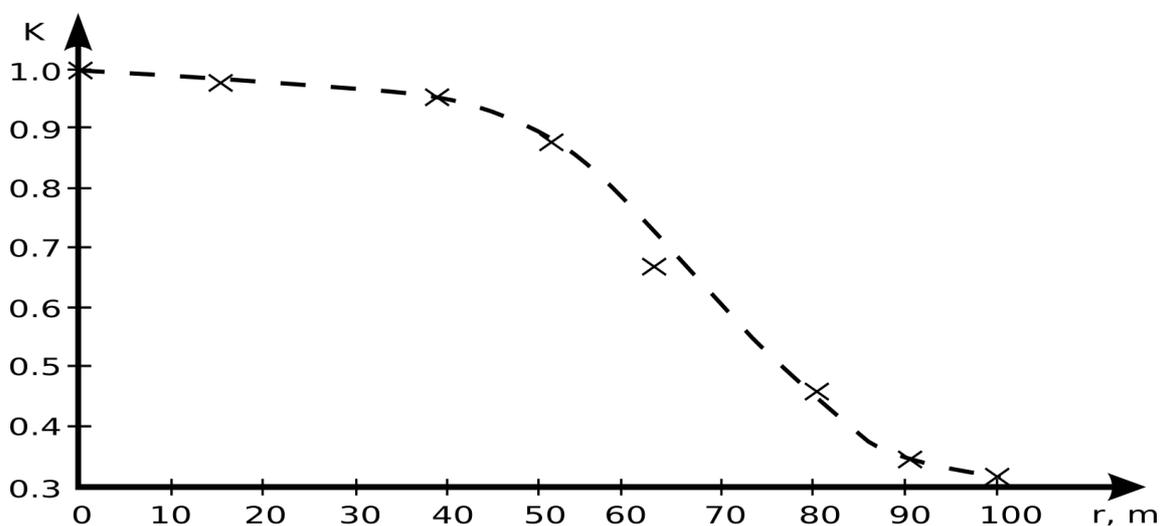


Рис. 2. Зависимостью коэффициента корреляции между усредненными значениями уровня поля от расстояния

Анализ кривой показывает достаточно высокую взаимосвязь (коэффициент корреляции выше 0.95) между измерениями на расстояниях до 40 метров. На больших расстояниях взаимосвязь между измерениями теряется. Это позволяет рекомендовать проведение интерполяции измерений при

проведении мониторинга на транспортных средствах в радиусе порядка 40 метров от точки измерения. Анализ известных алгоритмов для проведения интерполяции данных показывает, что наиболее приемлемым с точки зрения отношения качество/скорость является билинейная интерполяция по четырем точкам. Результат такой операции для проведенных измерений представлен на рис. 3.

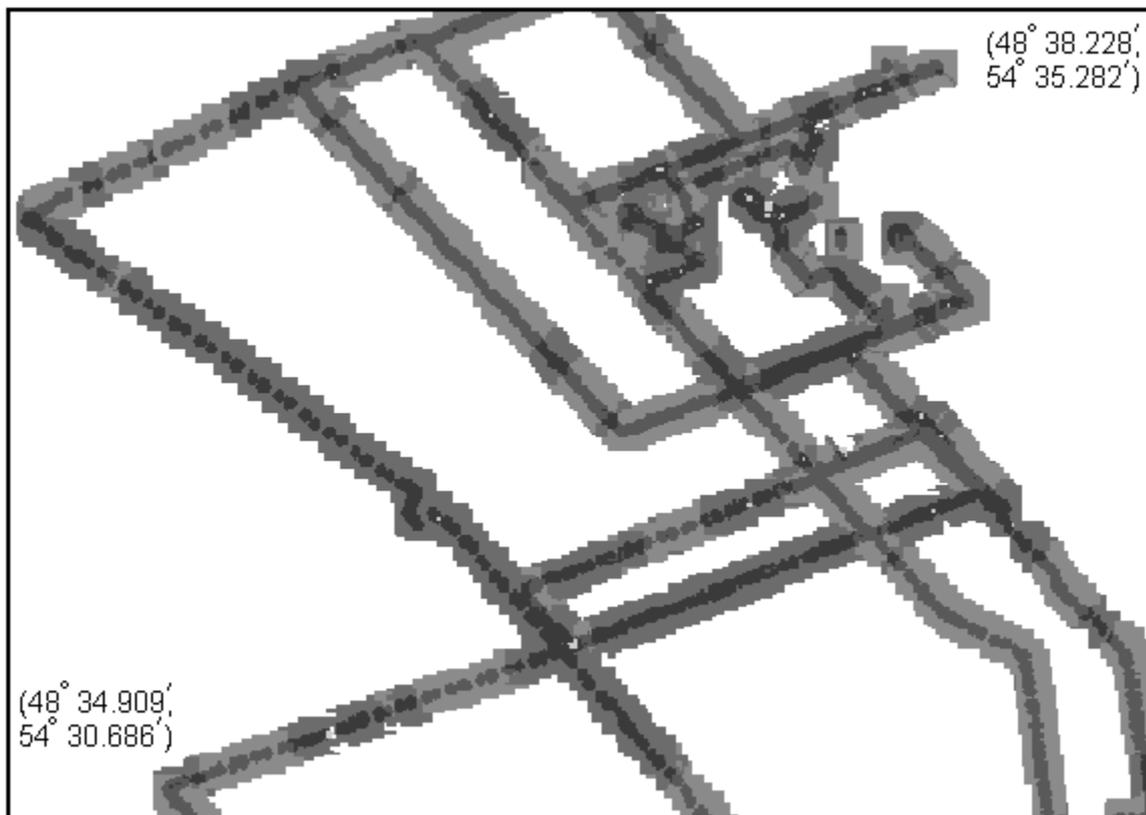


Рис.3. Отображение результатов измерений уровня электромагнитного поля с привязкой к географическим координатам

На рис. 3 результаты измерений уровня электромагнитного поля нанесены с привязкой к географическим координатам. Таким образом, следующим шагом должно стать решение задачи, направленной на формирование электронных векторных карт местности и их стыковка с результатами измерений.

Основным недостатком алгоритма интерполяции является его ограниченность в пространстве, т.е. неспособность производить качественный прогноз на значительном расстоянии от точки измерения. Очевидно, преодоление этого недостатка связано с комбинированием алгоритмов интерполяции с расчетом теоретического покрытия.

Таким образом, в настоящей работе по результатам серии реальных измерений уровня электромагнитного поля показана возможность использования транспортных средств при мониторинге, поведено исследование

возможности интерполяции наблюдений, а так же выполнено отображение значений уровня электромагнитного поля на плоскости с привязкой к географическим координатам местности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. на полезную модель №73144 Российская Федерация, МПК7 H04Q9/00. Мобильный измерительный терминал уровня электромагнитного поля / Елягин С.В., Армер А.И.; заявитель и патентообладатель Ульян. гос. техн. ун-т. Бюл. №13, 10.05.2008.

2. Дементьев В.Е. Методика построения электронных карт электромагнитного загрязнения территории / Дементьев В.Е., Елягин С.В. // LXIV Научная сессия, посвященная Дню радио: Труды. – М.: НТО РЭС им. А.С. Попова, 2009. С. 401-402.

3. Елягин, С. В. Анализ эффективности электромагнитных экранов от излучения антенн стандарта GSM / С. В. Елягин // Радиоэлектронная техника : межвуз. сб. науч. тр. / под ред. В. А. Сергеева. - Ульяновск : УлГТУ. - 2008. - С. 29-33.