

## МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА УРОВНЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ\*

Елягин С. В., Армер А. И.

С развитием всевозможных сетей подвижной радиосвязи разработаны и постоянно развиваются системы мониторинга качества предоставления услуг. Однако характерно, что в подобных системах не уделяется должное внимание контролю за превышением предельно допустимого для человека уровня электромагнитного излучения, создаваемого передающими антеннами нескольких одновременно работающих на данной территории операторов.

Предлагаемое устройство предназначено для интегрального измерения и контроля превышения предельно допустимых уровней электромагнитного излучения с возможностью сохранения параметров электромагнитного поля на исследуемой территории, а также координат нахождения мобильного объекта с учетом высоты, на котором установлен мобильный измерительный терминал.

Недостатками известных устройств, выполняющих функцию мониторинга системы базовых станций [1-5], является то что, они обеспечивают измерение уровня электромагнитного поля только на отдельно взятых частотах отдельно взятых систем связи (стандарта GSM или других стандартов связи) в диапазоне рабочих уровней электромагнитного поля с игнорированием значений превышающих этот диапазон, но превышающих предельно допустимые для человека нормы. Кроме того, они обеспечивают достаточно избирательный по частоте анализ уровня электромагнитного поля, который не дает интегральной оценки уровня электромагнитного поля превышающего нормы предельного значения в интересующем диапазоне частот. Однако подобные устройства позволяют привязывать измерительные данные ко времени, дате, географическим координатам и высоте над уровнем моря, что очень важно при измерении в условиях густонаселенных районов городов и других крупных населенных пунктов.

Анализ характеристик известных устройств мониторинга системы базовых станций показывает, что для получения объективной картины электромагнитного загрязнения территории измерительное устройство должно обеспечивать:

1. Возможность интегрального измерения мощности излучения совокупности одновременно работающих излучающих антенн различных операторов, работающих в различных диапазонах;
2. Привязку измерительных данных ко времени, дате, географическим координатам и высоте;
3. Сохранение результатов измерения в энергонезависимой памяти;
4. Возможность автономной работы (без участия оператора);
5. Возможность работы в закрытых помещениях (квартиры или иные места продолжительного пребывания людей).

С учетом перечисленных выше требований было разработано предлагаемое устройство экологического мониторинга уровня электромагнитного поля, функциональная схема которого приведена на рис. 1 [6]. Для повышения достоверности процесса измерения используется процедура комплексирования получаемых данных.

---

\* Поддержано грантом РФФИ 08-07-97000-Р\_поволжье\_a

Устройство экологического мониторинга уровня электромагнитного поля обеспечивает измерение плотности потока мощности от 0,01 до 20 мкВт/см<sup>2</sup> в диапазоне 0,1–2,7 ГГц. Для уменьшения ошибки измерения используются два идентичных измерительных канала и последующая операция комплексирования результатов измерения. Измерения производятся с интервалом, равным 1 мс. Для каждой тысячи измерений (через 1 с) вычисляется оценка математического ожидания, которая рассматривается как результат измерения. Затем эти данные привязываются к текущим данным GPS приемника и заносятся в карту памяти (MMC). Период опроса GPS приемника определяется конкретными потребностями измерения, зависящими от исследуемой территории и скорости ее обхода. Для задания режима измерения MMC дополнительно содержит файл конфигурации устройства экологического мониторинга уровня электромагнитного поля. В MMC используется файловая структура FAT 16, что позволяет достаточно просто осуществить взаимодействие мобильного измерительного терминала с компьютером. Это обеспечивает возможность последующей обработки измерительных данных и построения карт электромагнитного загрязнения контролируемой территории с учетом времени измерения. Кроме того, вместе с оценками математического ожидания плотности потока мощности предоставляется возможность получения оценок погрешности измерений и установления корреляционной связи между каналами измерения. В устройстве экологического мониторинга уровня электромагнитного поля предусмотрена возможность формирования шаблона файла конфигурации и возможность создания нового файла для хранения измерительных данных.

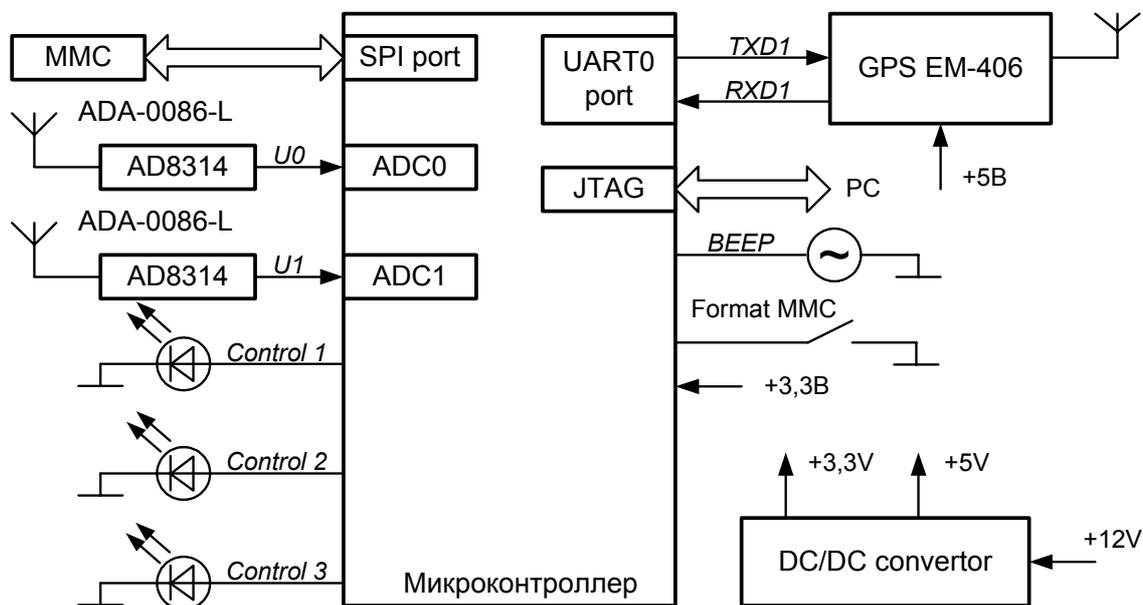


Рис. 1. Функциональная схема устройства экологического мониторинга уровня электромагнитного поля

Устройство экологического мониторинга уровня электромагнитного поля рассчитано на работу от внешнего источника питания постоянного тока 8-36В, в качестве которого может быть использована бортовая сеть автомобиля или внешняя аккумуляторная батарея.

На передней панели устройства расположены три контрольных светодиода («К», «З» и «Ж»), позволяющие оперативно отслеживать состояние его работы – состояние

GPS приемника, результаты измерения плотности потока мощности. На рис. 2, рис. 3 и в таблице 1 приведена сигнальная информация, используемая в устройстве экологического мониторинга уровня электромагнитного поля. На рис. 2 введены следующие обозначения:

- состояние 1: полные данные с GPS приемника, измеритель уровня электромагнитного поля исправен;
- состояние 2: неполные данные с GPS приемника (есть только время и дата), измеритель уровня электромагнитного поля исправен;
- состояние 3: полные данные с GPS приемника, измеритель уровня электромагнитного поля неисправен.

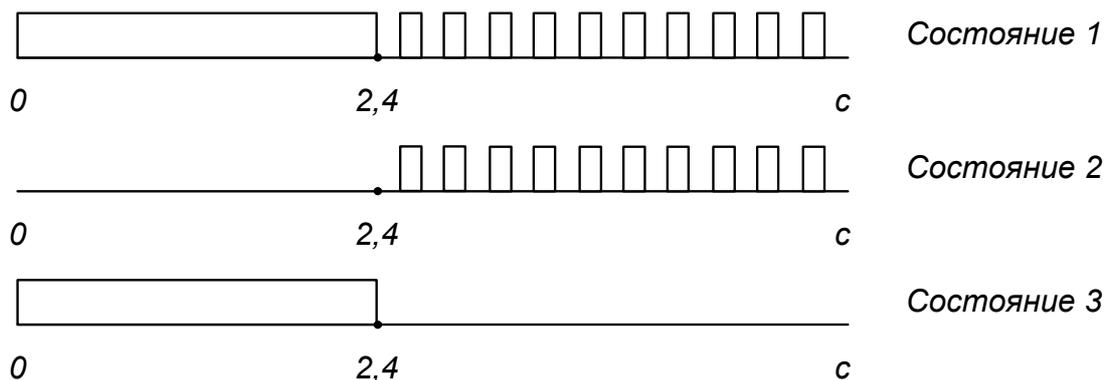


Рис. 2. Последовательность свечения светодиода «З» («Ж») устройства экологического мониторинга уровня электромагнитного поля

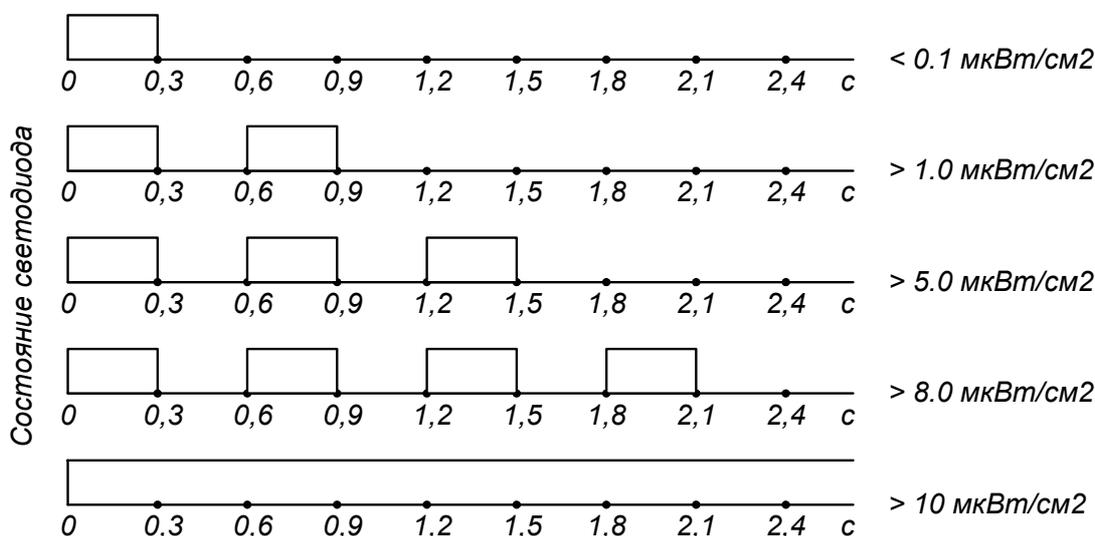


Рис. 3. Последовательность свечения светодиода «К» в зависимости от плотности потока мощности

Таблица соответствия световых и звуковых сигналов  
мобильного измерительного терминала

№	Событие	Сигнализация
1	Включение	3 звуковых сигнала по 0,2 с. Включение на 1,2 с светодиодов «К», «З» и «Ж»
2	Завершение форматирования ММС-карты	Периодические звуковые сигналы по 1 с через 1 с и инверсным свечением светодиодов «К», «З» и «Ж»
3	Отсутствие ММС-карты	5 звуковых сигнала по 0,2 с
4	Неформатированная ММС-карта	Периодические звуковые сигналы по 0,2 с через 0,2 с и инверсным свечением светодиодов «К», «З» и «Ж»
5	Неисправность GPS-приемника	Непрерывный звуковой сигнал. Периодическое свечение светодиодов «К», «З» и «Ж» по 0,2 с через 0,2 с
6	Ошибки при работе ММС-карты	Отдельные звуковые сигналы по 0.2 с
7	Состояние элементов мобильного измерительного терминала	Состояние светодиода «З» («Ж») (рис. 2)
8	Результаты измерения	Состояние светодиода «К» (рис. 3)

Формат измерительных данных устройства экологического мониторинга уровня электромагнитного поля имеет следующий вид \$01,04,135313.000,A,5421.1380,N,04822.9373,E,1.51,118.46,260208,219.1#56,57,54,55,59,58,61,59. Расшифровка измерительных данных приведена в таблице 2.

Таблица 2

Расшифровка измерительных данных

№	Название параметра	Расшифровка параметра
1	\$	начало сообщения
2	01	номер мобильного измерительного терминала
3	04	процент заполнения карты памяти
4	135313.000	время (UTC Time)
5	A	индикатор достоверности данных GPS (Status, A=data valid or V=data not valid)
6	5421.1380,N	широта (Latitude)
7	04822.9373,E	долгота (Longitude)
8	1.51	скорость (Speed Over Ground, knots)
9	118.46	курс (Course Over Ground, deg)
10	260208	дата (Date, ddmmyy)
11	219.1	высота (MSL Altitude, m)
12	#	начало измерительных данных
13	56*	приведенный уровень электромагнитного поля с первого датчика
14	57*	приведенный уровень электромагнитного поля со второго датчика

\* Четыре измерения, полученные через одну секунду. Каждое измерение, есть среднее значение 1000 измерений, выполненных через 1 мс.

Таким образом, устройство экологического мониторинга уровня электромагнитного поля на территориях действия систем радиосвязи может быть использовано для построения карты электромагнитного загрязнения соответствующей территории с указанием мест с превышением допустимого уровня электромагнитного поля.

Преимущества разработки:

1. Диапазон рабочих частот 0,1–2,7 ГГц;
2. Привязка измерительных данных к географическим координатам, высоте над уровнем моря, времени и дате;
3. Работа без непосредственного участия оператора;
4. Сохранение результатов измерения.

Устройство может представлять интерес для:

1. Организаций, занимающихся контролем электромагнитного загрязнения окружающего пространства;
2. Операторов связи, для контроля за собственным оборудованием;
3. Частных лиц.

В настоящее время изготовлен действующий полнофункциональный макет устройства экологического мониторинга уровня электромагнитного поля. Продолжение работ по данному проекту заключается в построении электронных карт местности с нанесением на них уровня электромагнитного поля.

#### **Используемые источники**

1. Интернет-ссылка: Автономная система для мониторинга сети GSM TEMS Automatic, [www.ericsson.com/tems](http://www.ericsson.com/tems)
2. Интернет-ссылка: [www.agilent.com/find/assist](http://www.agilent.com/find/assist)
3. Интернет-ссылка: <http://www.pole.com.ru>
4. Интернет-ссылка: <http://www.syrus.ru>
5. Интернет-ссылка: <http://www.telintech.ru/monitor/mgsm/mgsm/a8610.html>
6. Заявка № 2008100535 от 09.01.2008. Положительное решение о выдаче патента на полезную модель от 06.02.2008.

***Реферат.** В статье предлагается подход к экологическому мониторингу уровня электромагнитного излучения на территориях пребывания людей. Для реализации предложенного подхода разработано устройство экологического мониторинга уровня электромагнитного поля. Устройство основано на аналогах, используемых для мониторинга зон покрытия сетей сотовой связи.*