

К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИОБИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Е. Г. Прошкин, А. В. Зелинский, В. Г. Коломиец

Харьков

В настоящее время широкое применение получили электронные средства исследования физиологических функций человека.

Для этой цели разработаны различные датчики биологических параметров и устройства, позволяющие наблюдать за функциями человека, находящегося в клинических условиях. Однако такие эксперименты ограничены, так как испытуемый связан с регистрирующей аппаратурой проводными каналами связи. Вместе с тем ученых интересует деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека, выполняющего различную физическую нагрузку и находящегося в движении.

Благодаря развитию радиотехники удалось создать малогабаритную аппаратуру, которая дает возможность измерять физиологические параметры и передавать их на значительные расстояния [1]. Такая аппаратура должна быть портативной, иметь малый вес и не стеснять исследуемого.

При помощи таких радиотехнических систем осуществляется регистрация физиологических параметров у спортсменов, летчиков, космонавтов, а также людей, работающих в тяжелых производственных условиях (в металлургических цехах, коксохимических заводах и т. д.).

Если при исследовании спортсменов, летчиков, космонавтов распространение радиоволн от исследуемого объекта до приемного пункта осуществляется обычно в условиях свободного пространства, то при измерении физиологических параметров человека, работающего в цехе промышленного предприятия, распространение волн происходит при наличии большого количества металлических конструкций и значительном уровне промышленных помех. Так как современные биотелеметрические радиосистемы обычно предназначены для измерения нескольких физиологических параметров, а следовательно, должны быть многоканальными, то наиболее целесообразно использовать диапазон ультракоротких волн.

Однако использование УКВ встречает трудности, связанные со значительным изменением электромагнитного поля вдоль трасс распространения [2, 3].

Флуктуация поля от точки к точке объясняется тем, что любой цех содержит большое количество металлических конструкций, размеры которых соизмеримы с длиной волны.

Поэтому кроме прямой волны в точку приема приходит большое количество отраженных волн с различными фазами и амплитудами, что вызывает интерференционную структуру электромагнитного поля. В связи с тем, что в цехе промышленного предприятия имеются подвижные объекты (мостовые краны, железнодорожный транспорт и т. д.), флуктуация поля наблюдается и в фиксированной точке приема. Следовательно, электромагнитное поле в точке приема можно рассматривать как результат суперпозиции прямой волны и большого количества отраженных волн с различными амплитудами и фазами:

$$E = E_0 \cos(\omega_0 t - \varphi_0) + \sum_s E_s \cos(\omega_s t - \varphi_s).$$

Все составляющие поля учесть невозможно, поэтому аналитический метод расчета напряженности поля УКВ в цехах промышленных предприятий практически не может быть применим.

Для определения вероятной обеспеченности поля необходимо использовать статистический метод.

Исследования распространения УКВ с целью разработки рекомендаций по выбору диапазона рабочих частот, вида поляризации волн, определения мощности передатчиков и чувствительности приемников радиобиотелеметрических систем были проведены в мартеновских, коксовых и других цехах ряда металлургических предприятий.

При исследованиях использовались передающие устройства мощностью 0,1—1 *вт*, работающие на фиксированных частотах в диапазоне 30—420 *мгц*, которые устанавливались на подвижных объектах (мостовых кранах, коксовых машинах и т. п.).

Приемная аппаратура располагалась в фиксированных точках цеха. Принимаемый сигнал регистрировался самопишущими приборами, подключаемыми к выходу радиоприемных устройств. При исследованиях использовалась вертикальная, горизонтальная и круговая поляризации электромагнитного поля.

Наряду с измерением напряженности поля полезного сигнала производились измерения интенсивности промышленных помех в указанном диапазоне частот. В результате многократных измерений и накопления большого статистического материала установлено следующее.

1. Структура электромагнитного поля в цехах промышленных предприятий носит интерференционный характер, вследствие чего наблюдается значительное расхождение между напряженностями поля в точках, отстоящих на небольших расстояниях одна от

другой. Максимальное изменение сигнала достигает 60 дб. С укорочением волны интерференционный характер поля усиливается.

2. Напряженность поля при вращающейся и горизонтальной поляризациях несколько выше, чем при вертикальной, а амплитуда флуктуаций — несколько меньше. Это объясняется тем, что при данных поляризациях волн создаются более слабые вторичные поля, так как количество горизонтальных переизлучателей меньше, чем вертикальных.

3. Перемещение подвижных механизмов и транспортных средств в пределах цеха влияет на интенсивность поля в фиксированной точке приема. Максимальное изменение сигнала при этом составляет 15 дб.

4. Установлено, что наиболее интенсивными источниками помех являются различные пускатели, контакторы и другие коммутирующие устройства, имеющие индуктивные цепи и работающие на разрыв.

Интенсивность помех, вызванных этими источниками, сравнительно слабо изменяется с повышением частоты, тогда как помехи, создаваемые установками ТВЧ, электросваркой, радиостанциями диспетчерской службы, имеющих непрерывный характер, обладают спектром, быстро затухающим с повышением частоты. Сравнение вероятностных характеристик напряженности поля полезного сигнала и поля помех (на частотах 30—420 мГц и мощностях передатчика до 1 Вт) позволяет утверждать, что с вероятностью 99,9% амплитуда полезного сигнала превышает амплитуду помехи в два раза.

Исследования радиоканала позволили сформулировать следующие рекомендации для проектирования радиобиотелеметрических систем, предназначенных для работы в условиях, где имеют место значительные флуктуации электромагнитного поля и высокий уровень помех (аэродромы, цеха промышленных предприятий, строительные и монтажные площадки и т. д.).

1. В связи с тем, что передающая аппаратура должна быть малогабаритной, легкой по весу и не стеснять исследуемого, мощность ее следует выбирать не более 1 ватта.

2. Для обеспечения надежно действующего радиоканала при указанной мощности передатчика необходимо использовать приемные устройства с чувствительностью порядка 10—20 мкВ, обладающие эффективной автоматической регулировкой усиления. Последняя должна обеспечивать изменение напряжения на выходе приемника не более чем в 1,5—2 раза при изменении уровня принимаемого сигнала до 60 дб.

3. Наиболее приемлемыми являются сигналы с частотным разделением каналов и частотной модуляцией несущей.

При этом считаем, что импульсные помехи в канале связи имеют преобладающий характер.

4. Полученная слабая зависимость напряженности поля от вида поляризации дает возможность использовать не только гори-

зонтальную и круговую, но и вертикальную поляризацию волн, так как при проектировании радиобиотелеметрических систем в большинстве случаев необходимо ненаправленное излучение антенной типа «Штырь», либо использование в качестве антенны шлема, в котором монтируется весь комплект передающей аппаратуры [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. П. Шуватов. Микроаппаратура для регистрации по радио некоторых физиологических функций. «Медгиз», 1959.
2. Е. Г. Прошкин, А. В. Зелинский, Г. И. Сидоров. К определению параметров систем радиоуправления промышленными объектами. Сб. «Приборы и системы автоматизи», вып. 5. Изд-во ХГУ, Харьков, 1967.
3. Е. Г. Прошкин, Г. И. Сидоров, Е. С. Хорошайло. Флуктуации напряженности электромагнитного поля при распространении УКВ в цехах промышленных предприятий. Сб. «Приборы и системы автоматизи», вып. 8. Изд-во ХГУ, Харьков, 1969.