

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА УВЧ СИГНАЛОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВАЖНЫХ И ОСОБО ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Л. ПЮШКИ

Описан метод построения генератора УВЧ сигналов автоматизированной системы охраны особо важных объектов на базе Leaky Feeder. Предложен новый, более эффективный вариант схемы генератора, использующий специальные гибридные микросхемы, позволивший уменьшить кратковременную нестабильность частоты генератора, упростить конструкцию и значительно уменьшить его стоимость.

Проблема охраны важных и особо важных объектов весьма актуальна сегодня. Участвовавшие вспышки локальных конфликтов, войн, которые, в свою очередь, порождают терроризм, заставляют правительства и население большинства стран мира создавать соответствующие системы безопасности для защиты различного рода объектов [1–3]. К объектам, требующим особого внимания, следует отнести школы, атомные станции, нефтеперерабатывающие комплексы, заводы, военные базы и другие объекты, которые, как правило, имеют значительную территорию и, следовательно, значительную протяженность охраняемого периметра.

Исследования современных периметровых систем охраны [1] показали, что в основу большинства из них положен электромагнитный принцип защиты. Примерами таких систем являются: «БАГУЛЬНИК», «РАДИЙ-2», «ГЮРЗА-035П», «АБРИС», «ГАРДВАЙР - ДЕФЕНСОР» и др. Все перечисленные системы довольно надежны, но каждая имеет свои недостатки. Основные из них:

- зависимость от местных условий окружающей среды (влажность, температура) и климатических воздействий (дождь, снег, туман);
- относительно сложная конструкция системы формирования необходимой диаграммы направленности;
- значительный размер «мертвой зоны»;
- наличие фактора вмешательства живой природы (животные, растения);
- малая зона обнаружения;
- высокая стоимость.

Предлагаемая для использования в интегрированных системах охраны система защиты на основе Leaky Feeder (LF) в значительной мере свободна от перечисленных недостатков. Достаточно отметить, что такая система свободна от влияния влажности и температуры. На нее также не действуют дождь, снег и туман. Однако она отличается относительно сложной конструкцией системы формирования сигналов УВЧ.

Цель настоящей работы — устранение отмеченных недостатков.

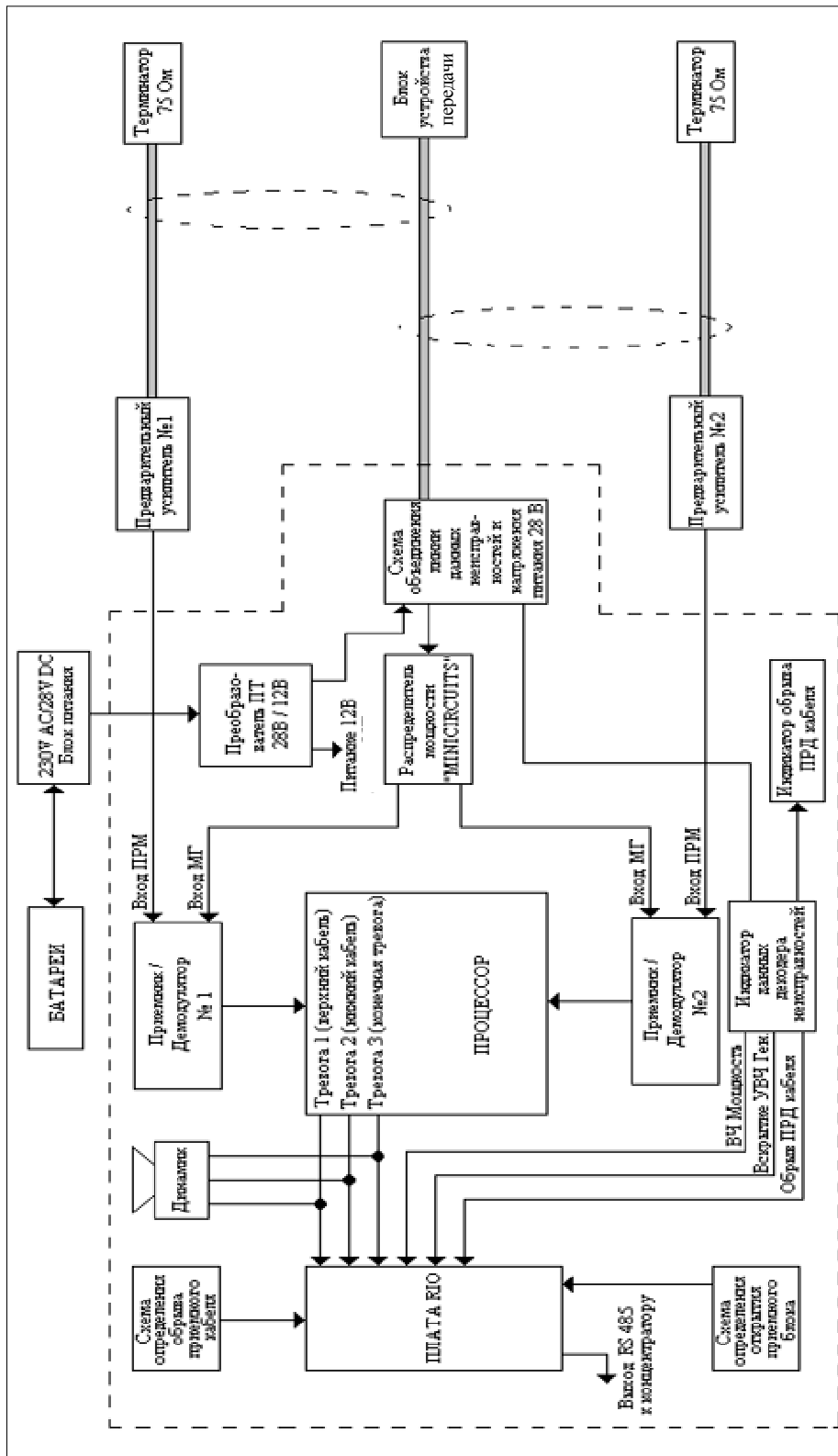


Рис. 1. Структурная схема системы охраны на основе LF

Структура системы охраны на основе LF показана на рис.1. Основной ее элемент — экранированный коаксиальный кабель, который устанавливается по периметру охраняемого объекта (рис. 2). Экран кабеля состоит из медной оплетки со значительно большими расстояниями между проводниками, чем у обычных коаксиальных кабелей, что обеспечивает высокий уровень сигнала (фона).

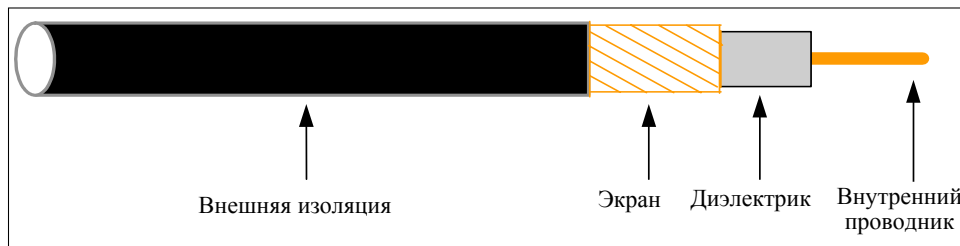


Рис. 2. Излучающий кабель

Вокруг этого кабеля, который часто называют фидером [3], создается определенное электромагнитное поле. Излучаемый вдоль фидера высокочастотный сигнал принимается установленными рядом приемными кабелями через образованное между ними электромагнитное поле.

Любой объект, попадающий в это поле, создает изменение по фазе и амплитуде в приемном кабеле (эффект Доплера), и путем последующего смешивания, усиления и обработки образуется сигнал тревоги.

Высокочастотный генератор собран на одной плате с печатным монтажом. Плата установлена в герметическом металлическом корпусе, имеющем два коаксиальных разъема для подключения блока приема сигнала. Генератор и блок приема соединены между собой LF кабелем, по которому передаются сигналы УВЧ для генерации поля вдоль защищаемой зоны. Блок приема содержит схему контроля и обнаружения несанкционированного доступа, которая функционирует на несущей частоте 5МГц. Интерфейс образуют схемы сглаживания и соответствующие разъемы.

К выходу генератора подключена схема контроля мощности излучения УВЧ сигнала. Эта цепь измеряет энергетическую производительность передатчика, а также выдает сигнал неисправности, если уровень мощности генератора ниже заранее установленного предела.

В основе требований погодоустойчивости и стабильности работы системы сигнализации типа LF лежит когерентный прием сигналов генератора несущего (CW) сигнала. Блок-схема генератора показана на рис. 3.

1-м каскадом передатчика является кварцевый генератор сигналов с частотой 108, 36875 МГц. В кварцевом генераторе используется 5-я гармоника.

2-й и 3-й каскады являются умножителями частоты, с помощью которых создается 4-я гармоника на частоте 433, 475 МГц.

4-й каскад является усилителем мощности УВЧ сигнала, подающего на выход УВЧ сигнал мощностью 30 дБм.

В 5-м каскаде осуществляется фильтрация сигнала, причем уровень 2-й гармоники составляет – 50 дБ, а уровень остальных – 60 дБ.

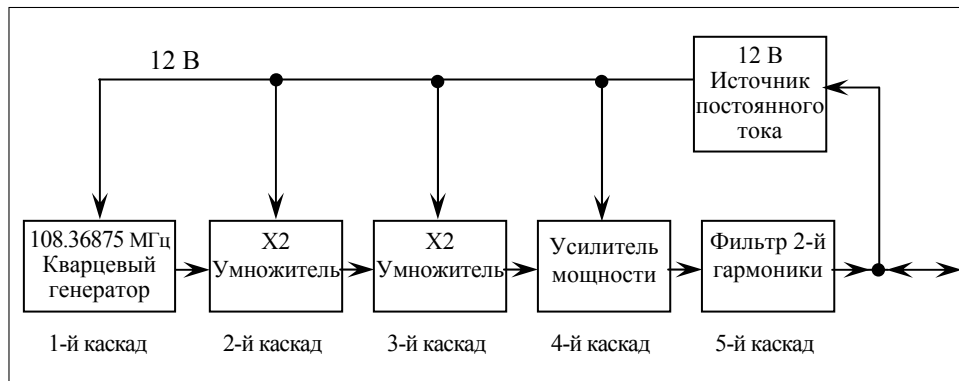


Рис. 3. Блок - схема генератора УВЧ сигналов в системе охраны на основе LF

Анализ работы генератора и опыт эксплуатации в различных условиях позволили выявить некоторые характерные свойства передатчика, которые могут существенно снизить вероятность обнаружения, а также значительно повысить число ложных тревог.

Исследования показали:

1. Кварцевый резонатор используется на 5-й гармонике. При этом предъявляются высокие требования к стабильности его работы, зависящие от качества производства (чистота изготовления, точность обработки и т.д.).

2. Непрерывный режим работы при жестких условиях эксплуатации значительно ускоряет процесс старения кварца, который из-за функционирования на высокой гармонике и так происходит относительно быстро.

3. Схема задающего генератора является неоптимальной, поскольку элементами регулировки (точной настройки) генератора и связи между генератором и первым умножителем является одна и та же емкость VC1.

4. Элементами регулировки (связи между каскадами, входных и выходных контуров) являются дискретные элементы разного типа, как правило, совершенно разных партий серийного производства и обладающие разными «коэффициентами старения».

5. Генератор характеризует кратковременная низкая стабильность частоты. Это может привести к резкому кратковременному уменьшению амплитуды и в итоге к выдаче ложного сигнала тревоги.

Вместе с тем установлено:

1. Для данного генератора колебания частоты имеют намного меньшее значение, чем кратковременная низкая стабильность частоты и амплитуды выходного сигнала.

2. Необходим такой генератор сигналов, который соответствовал бы следующим специфическим требованиям:

- температурный диапазон работы — от -30 до $+70^{\circ}\text{C}$;
- кратковременная низкая стабильность частоты и амплитуды выходного сигнала не должны приводить к выдаче сигнала ложной тревоги.

Необходимо учесть, что доплеровский сигнал, создаваемый при вторжении человека в охраняемую зону, определяется по формуле

$$Fd = \frac{2V \cdot Fc \cdot \cos\varphi}{C} [\text{Гц}],$$

где Fd — доплеровская частота; φ — угол между направлением движения нарушителя и периметром системы; V — скорость нарушителя; Fc — несущая частота передатчика; C — скорость света.

Наиболее оправданным вариантом построения генератора сигналов является использование специальных гибридных микросистем. На рис. 4 показана предлагаемая структурная схема генератора.

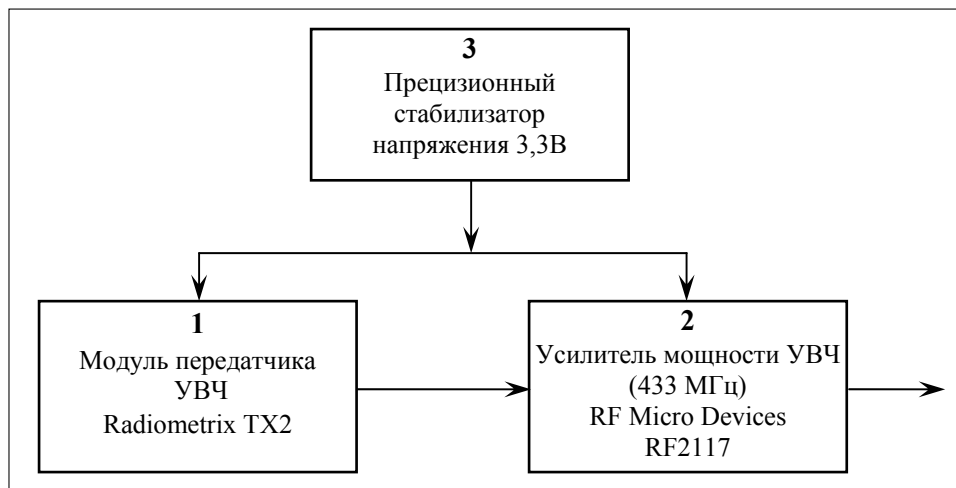


Рис. 4. Структурная схема предлагаемого генератора УВЧ сигналов

Он состоит из следующих основных блоков:

1. Задающий генератор УВЧ сигналов, построенный на базе миниатюрного генератора типа Radiometrix $T \times 2$, отличающегося стабильностью работы в широком диапазоне температур.

Основные параметры передатчика Radiometrix $T \times 2$:

2-каскадный передатчик, основанный на поверхностном резонаторе типа SAW, номинальная частота 433, 920 МГц;

широкий диапазон рабочей температуры ($-25 \dots +70^\circ\text{C}$);

высокая стабильность частоты и девиации;

уровень второй гармоники ниже 60 дБ.

2. Усилитель мощности УВЧ сигналов, предназначенный для формирования выходного сигнала (несущей) частотой 433, 920 МГц и выходной мощностью +30 дБм (1 Вт).

3. Прецизионный стабилизатор, обеспечивающий высокую стабильность питания напряжением 3,3 В.

Параметры передатчика:

Номинальная рабочая частота	433, 92 МГц
Точность частоты	± 70 кГц
Выходная мощность	30 дБм ± 1 дБм
Уровень 2-й гармоники	< -50 дБ
Уровень других гармоник свыше 1000 МГц	< -60 дБ

Выходной импеданс	75 Ом
Максимальное напряжение питания	28,6 В
Потребляемый ток	<100 мА (28В)
Размеры блока передатчика:	
Длина	100 мм
Высота	15 мм
Ширина	30 мм
Вес передатчика	50 г
Рабочий температурный диапазон	-25° ... +70°С

ВЫВОД

Предложена принципиально новая структура генератора УВЧ сигналов, содержащая модуль передатчика, усилитель мощности и прецизионный стабилизатор напряжения на основе гибридных микросхем, что позволяет уменьшить кратковременную нестабильность частоты работы генератора при формировании сигнала тревоги, упростить конструкцию и значительно снизить его стоимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Проблемы построения интегрированных систем защиты особо важных объектов* / Л. Пюшки, И.М. Васюхина, М.И. Васюхин, С.А. Пономарев // Вестник ХГТУ. — 2004. — № 1. — С. 150–160.
2. *Васюхин М.И., Пюшки Л.* Подходы к построению автоматизированной системы охраны особо важных объектов // УСиМ. — 2002. — № 1. — С. 88–91.
3. *Пюшки Л.* Метод генерации сигналов в системе охраны на базе «Leaky Feeder» (LF) // Науково-практичні проблеми моделювання та прогнозування надзвичайних ситуацій: Зб. наук. пр. — Київ: МінНЧС. — 2004. — № 6. — С. 7–15.

Поступила 24.06.2004