

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ТРАНЗИСТОРНЫХ СВЕРХРЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ

Иванов В. Э., Кудинов С. И.
УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
г. Екатеринбург, Россия
тел.: 343-3745292, e-mail: kudinoffs@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены методы снижения ударных колебаний пускового тока в приемном режиме сверхрегенеративного приемопередатчика (СПП) радиозонда.

I. Введение

Системы радиозондирования атмосферы (СР) радиолокационного типа построены по угломерно-дальномерному методу измерения координат, скорости и направления движения радиозонда в свободной атмосфере. Высокая чувствительность СПП в приемном режиме к запросному сигналу РЛС позволяет сформировать ответный сигнал по дальности в виде короткой паузы в излучении СПП. Повышение чувствительности СПП позволяет снизить мощность запросного сигнала РЛС и увеличить оперативную дальность действия СР.

II. Методы повышения чувствительности СПП

Транзисторный СПП радиозонда содержит генератор суперизирующего напряжения, инерционную цепь автосмещения, стабилизатор среднего тока коллектора, стабилизатор напряжения, СВЧ-автогенератор, СВЧ полосовой фильтр, приемопередающую антенну.

Особенности работы СПП радиозонда рассмотрены в [1, 2, 3]. Одним из недостатков известных методов проектирования СПП является вынужденный компромисс между обеспечением высокой чувствительности в приемном режиме и высокой излучаемой мощностью в передающем режиме. Невозможность достижения максимальных показателей чувствительности приемного режима СПП объясняется существенной взаимной зависимостью этих параметров от регулировки чувствительности путем изменения граничного и пускового токов СВЧ-автогенератора приемопередатчика. Поэтому главной задачей является повышение чувствительности СПП, точности настройки частот приема и передачи за счет исключения их взаимного влияния при настройке радиозонда в условиях производства:

Для решения задачи предлагается способ регулировки выходных параметров сверхрегенеративного приемопередатчика радиозонда основанный на оптимальном выборе коэффициента обратной связи автогенератора СПП, сопротивления нагрузки, резонансной частоты колебательной системы.

Принцип работы СПП радиозонда в виде эпюр напряжений и токов представлен на рис.1. Здесь $U_{изл}$ – огибающая радиоимпульсов излучаемых СПП длительностью $\tau_{из}$; U_c – напряжение суперизирующей частоты, характеризующееся периодом T_c и длительностью τ_c ; $\delta(t)$ – закон изменения декремента затухания контура СВЧ-автогенератора; $I_{э0}$ – видеоимпульсы постоянного тока эмиттера СВЧ-транзистора.

СВЧ-автогенератор (СВЧ-АГ) периодически включается в момент t_1 появления суперизирующего им-

пульса U_c и выключается в момент t_3 по его окончании на интервале демпфирования τ_d . Колебательная система в выключенном состоянии СПП характеризуется собственным затуханием δ_0 . Изменение зату-

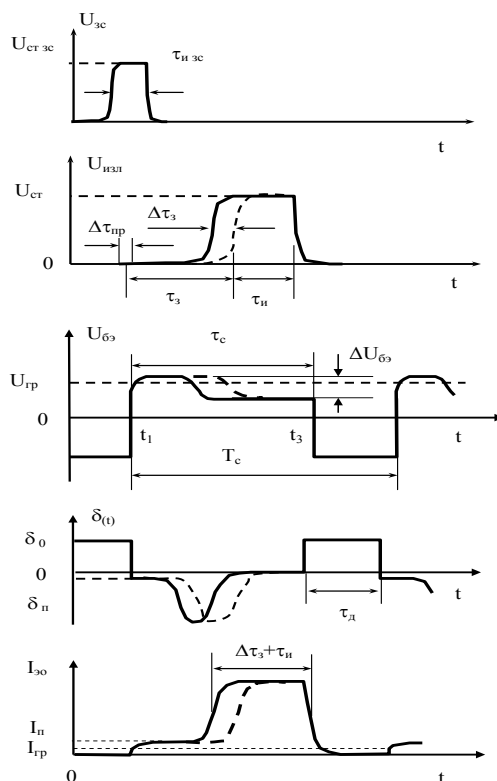


Рис. 1. Зависимости напряжений и токов в СПП с жестким характером установления колебаний.

Fig. 1. Dependences of tension and currents in a superregenerator of rigid nature of establishment of fluctuations

пульса контура в течение импульса суперизации τ_c определяет процесс развития и установления автоколебаний в СВЧ-автогенераторе. СПП является приемопередатчиком с временным разделением приемного и передающего режимов работы в течение одного периода суперизирующей частоты T_c . В СПП необходимо реализовать переходной процесс с жестким характером установления колебаний [1]. В этом случае запуск СПП может происходить с минимальным отрицательным значением затухания при $\delta(A)=\delta_{н3}$, что обеспечивает минимальную полосу приема и высокую чувствительность.

В транзисторном СВЧ-автогенераторе СПП пусковой ток I_n ($I_n=5-10\text{мА}$, рис.1,а) в течение приемного интервала превышает граничное значение $I_{р}$ практически всего на десятки-сотни мкА. Далее постоянная составляющая тока эмиттера $I_{э0}$ (и тока коллектора $I_{к0} = I_{э0}$) изменяется синхронно с амплитудой автоколе-

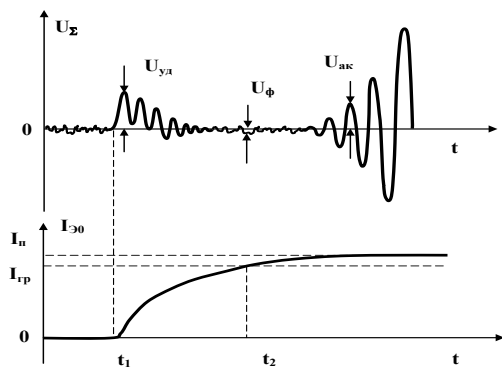


Рис. 2. Затухание ударных колебаний в контуре.

Fig. 2. Attenuation of shock fluctuations in a contour

баний за счет жесткого характера переходного процесса до максимальных значений для данного активного прибора вплоть до установления стационарного режима $I_{к0}=180-250\text{mA}$. Стационарные амплитуды напряжений колебаний $U_{ст}$ и максимальные значения тока $I_{э0}$ не зависят от величины пускового тока $I_п$.

Среднее значение постоянного тока коллектора $I_{к.ср}$ за период суперизации определяется соотношением τ_3 и τ_c . Поскольку величина τ_3 регулируется пусковым током $I_п$, то оказывается, что регулировка среднего тока $I_{к.ср}$ вызывает соответствующее изменение пускового тока СВЧ-автогенератора.

Анализ процессов настройки параметров СПП показывает, что для повышения чувствительности приемного режима необходимо обеспечить безударный запуск СВЧ-автогенератора СПП. Принцип повышения чувствительности удобно рассмотреть на рис.2. Для снижения эффекта ударного возбуждения контура СВЧ-АГ [2] и обеспечения высокой чувствительности форма импульсов тока эмиттера в течение приемного интервала должна быть плавно нарастающей от нуля до пускового значения $I_п=5-10\text{mA}$. Возникающие в момент появления импульса запуска t_1 затухающие ударные колебания в контуре СВЧ-автогенератора должны уменьшиться до амплитуды соизмеримой с амплитудой собственных флуктуационных шумов контура СПП, т.е. к моменту t_2 , когда пусковой ток превысит граничное значение $I_{гр}$. После этого ударные колебания не будут оказывать влияние на нарастание амплитуды принимаемого сигнала в контуре СПП.

Поддержание среднего тока коллектора $I_{к.ср}$ на заданном уровне позволяет стабилизировать чувствительность и полосу пропускания в приемном режиме, а также длительность и мощность излучаемых радиоимпульсов СПП.

III. Результаты

Результаты исследований показывают, что при запуске автогенератора СПП необходимо обеспе-

чить режим самовозбуждения СВЧ-автогенератора с жестким характером переходного процесса установления автоколебаний. Стабилизация среднего тока СВЧ-автогенератора позволяет устанавливать оптимальное значение пускового импульсного тока СПП, тем самым регулировать усиление и полосу пропускания в приемном режиме. Подавление влияния ударных колебаний на чувствительность СПП осуществляется минимизацией величины граничного тока СВЧ-автогенератора, выбором крутизны экспоненциально нарастающего переднего фронта пускового тока и длительности импульсов генератора сублимирующего напряжения.

IV. Заключение

Разработана модель влияния ударных колебаний на чувствительность приемного режима СПП.

Предложены методы снижения уровня ударных колебаний и практические способы позволяющие повысить чувствительность приемопередатчика радиозонда до минус 120-125 дБ/Вт.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по программе «Создание и производство технических средств радиозондирования атмосферы на основе спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS с целью модернизации технологической базы аэрологической сети Росгидромета».

IV. Список литературы

- [1] Иванов В. Э., Кудинов С. И. Исследование регенеративной характеристики СВЧ-автогенератора на биполярном транзисторе // 20-я Междунар. Крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2010). Материалы конф. в 2-х т. (Севастополь, 13—17 сент. 2010 г.). Севастополь: Вебер, 2010. Т.1, с. 220—221.
- [2] Иванов В. Э., Кудинов С. И. Моделирование влияния ударных колебаний в транзисторных сверхрегенеративных приемопередатчиках / Иванов В.Э., Кудинов С.И. // 21-я Междунар. Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» Севастополь, 12-16 сентября 2011 г.: матери конф. в 2 т. - Севастополь: Вебер, 2011. – С.253-254. ISBN978-966335356-2.

RESEARCH OF SENSITIVITY INCREASE METHODS FOR THE TRANSISTOR SUPERREGENERATIVE TRANSCEIVERS

Ivanov V. E., Kudinov S. I.
The Ural Federal University named after the first president of Russia B. N. Yeltsin
 Yekaterinburg, Russia
 Ph. 343-3745292, e-mail: kudinoffs@mail.ru

Abstract — The methods of decreasing of shock oscillations of starting current in the receiving mode of the superregenerative transceiver of a radiosonde are considered.