

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК \_\_\_\_\_

Митрофанова  
Анна Дмитриевна

Формирование низкочастотных сигналов с линеаризацией  
характеристик управления по амплитуде и частоте

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии  
по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

Научный руководитель  
Свирид Владимир Лукич  
Доцент, техн. наук

Минск 2017г.

## ВВЕДЕНИЕ

В XXI веке, веке развития информационного общества, и, следовательно, применения информационных технологий практически во всех сферах жизни человека, возникает потребность в повышении качества передачи, приема и обработки информации.

Решение этих задач ведет к существенным улучшениям и совершенствованию технических характеристик различных радиоэлектронных средств (РЭС), что требует увеличение числа составляющих элементов. При ограниченных показателях надежности элементов этот фактор ведет к резкому снижению надежности всей системы. В связи с этими недостатками исключительно большое значение приобретают проблемы повышения надежности радиоэлектронной аппаратуры, что определяет также необходимость совершенствования научных и технических средств измерения и контроля приборов. Следовательно, повышение точности формирования низкочастотных сигналов является актуальной задачей.

Одним из самых эффективных методов повышения точности формирования низкочастотных сигналов является линейаризация и термостабилизация характеристик управления в виде полевых транзисторов (ПТ) по амплитуде и частоте, по средствам которых имеется возможность управления в широких пределах амплитуды и частоты таких сигналов.

Отсутствие в настоящее время математического описания высокоэффективных методов формирования низкочастотных сигналов также не позволяет достоверно и точно определять и оценивать точность схемотехнических решений различных формирователей и характеристик испытательных сигналов в низкочастотном диапазоне волн.

Для повышения точности анализа и схемотехнической реализации формирователя низкочастотных сигналов, необходимо обобщить существующие методы и предложить методы построения таких формирователей с

последующим анализом и компьютерным моделированием характеристик управления сигнала по амплитуде и частоте.

На заключительном этапе планируется выработать рекомендации по его линеаризации, проектированию и расчету, а также предложить эффективную методику исследования основных функциональных блоков высокоточного формирователя низкочастотных сигналов.

Библиотека БГУИР

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

*Цель данной работы:* повышение точности формирования и обработки низкочастотных сигналов за счет линеаризации и термостабилизации характеристик управления низкочастотных сигналов по амплитуде и частоте.

*Задачи исследования:* анализ методов управления низкочастотных сигналов по амплитуде и частоте, а также разработка принципа построения генератора низкочастотных сигналов с электронным управлением с высокой стабильностью сигнала и оценка точности и эффективности стабилизации режима работы формирователя сигналов.

Для повышения точности анализа и схемотехнологической реализации формирователя низкочастотных сигналов, необходимо обобщить существующие методы и предложить методы построения таких формирователей с последующим анализом и компьютерным моделированием характеристик управления сигнала по амплитуде и частоте.

*Объект исследования:* формирователь низкочастотных сигналов с электронным управлением по амплитуде и частоте.

*Предмет исследования:* способы формирования испытательных сигналов на основе линеаризации и термостабилизации характеристик их управления по амплитуде и частоте.

Личный вклад автора выражен в самостоятельном исследовании:

- анализ возможных методов линеаризации и термостабилизации характеристик управления ПТ и их использования при формировании низкочастотных сигналов;
- проектирование низкочастотного формирователя испытательных сигналов с повышенной стабильностью и линейностью характеристик управления по амплитуде и частоте.

Экономическая значимость результатов диссертации обуславливается улучшением качества приема и передачи информации в низкочастотном диапазоне волн.

Социальная значимость результатов диссертации состоит во внедрении результатов диссертации в учебный процесс БГУИР для студентов по дисциплинам: « Проектирование аналоговых микроэлектронных устройств».

Материалы диссертации выкладывались в тезисном виде на 20-м международном молодёжном форуме « Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке-2017», г.Харьков, 2017г., 53-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Библиотека БГУИР

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показано, в чём заключается научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Отсутствие в настоящее время математического описания высокоэффективных методов формирования низкочастотных сигналов также не позволяет достоверно и точно определять и оценивать точность схемотехнических решений различных формирователей и характеристик испытательных сигналов в низкочастотном диапазоне волн.

В главе 1 описываются особенности формирования сигналов с повышенной стабильностью характеристик управления по амплитуде и частоте, особенности линеаризации, термокоррекции и характеристик управления по амплитуде и частоте, обосновывается необходимость применения вышеперечисленных методов.

В главе 2 описываются особенности проектирования микроэлектронного формирователя сигналов в низкочастотном диапазоне, в том числе теоретические основы низкочастотных автогенераторов, особенности схемотехнической реализации и принципы построения формирователя низкочастотных сигналов.

В главе 3 описывается схемотехника, особенности, предварительный расчёт, а также расчёт функциональных блоков формирователя низкочастотных сигналов с линеаризацией характеристик управления по амплитуде и частоте.

В главе 4 производится анализ и расчёт погрешностей формирователя низкочастотных сигналов.

В главе 5 приводится сущность экспериментальных исследований формирователя низкочастотных сигналов, результаты компьютерного моделирования характеристик управления по амплитуде и частоте, также выработаны рекомендации по экспериментальному исследованию формирователя

низкочастотных сигналов и рекомендации по миниатюаризации спроектированного устройства.

В приложении приложена структурная схема спроектированного устройства, принципиальная схема спроектированного устройства, основные схемы и соотношения, а также презентация и список опубликованных работ.

Библиотека БГУИР

## ВЫВОДЫ

В результате проведенных диссертационных исследований получены следующие результаты.

Задачами данных исследований являлся анализ методов линеаризации и термостабилизации характеристик управления по амплитуде и частоте, разработка принципа построения низкочастотных сигналов повышенной точностью, а также оценкой точности и эффективности данных методов.

Для выполнения поставленных задачи исследования были изучены и проанализированы основные методы линеаризации и термостабилизации характеристик управления ПТ и их использования при формировании сигналов, а также изучены методы формирования низкочастотных сигналов. На основе изученных материалов был спроектирован формирователь низкочастотных сигналов с повышенной линеаризацией характеристик управления по амплитуде и частоте.

Реализация формирователя низкочастотных сигналов осуществлена на основе автогенератора с мостом Вина – Робинсона и стабилизацией амплитуды его выходного напряжения путём сравнения выпрямленного посредством линейного амплитудного демодулятора этого напряжения с опорным и последующим усилением и воздействием на цепь отрицательной обратной связи (ООС) автогенератора.

Линеаризация характеристик управления по амплитуде выполнена при помощи масштабного усилителя с линеаризированной электронно-управляемой проводимости ПТ, регулирующей глубину ООС и, следовательно, изменяющей коэффициент его передачи.

Линеаризация и термостабилизация характеристик управления по частоте реализована посредством двух последовательно включённых ПТ, обеспечивающих повышенную точность и эффективность за счёт использования масштабного усилителя с термозависимой ООС, сопряжённого с координатами термостабильной точки на характеристиках ПТ с последующим смеще-

нием начала отсчёта и установления наклона с определённым угловым коэффициентом результирующей характеристики управления.

Экспериментальное исследование генератора низкочастотных сигналов выполнялось на стандартных аттестованных измерительных приборах с использованием низкочастотного генератора типа ГЗ-102, обеспечивающего повышенное качество формы сигнала, и измерителя нелинейных искажений типа С6-8. Экспериментально полученные характеристики линеаризации электронно-управляемой проводимости ПТ были обработаны в среде MATLAB.

Результаты выполненного исследования планируется использовать в учебном процессе кафедры « Информационных радиотехнологий» по дисциплине « Проектирование аналоговых микросистемных устройств».

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А.] Митрофанова А.Д. Формирование низкочастотных сигналов с линеаризацией характеристик управления по амплитуде и частоте. / Митрофанова А.Д., Свирид В.Л.// 20-й международный молодёжный форум «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке-2017» - Харьков, 2017.

[2-А.] Митрофанова А.Д. Формирование низкочастотных сигналов с повышенной точностью. /Митрофанова А.Д., Свирид В.Л.// 53-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.