

УТВЕРЖДАЮ

Директор федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова

Российской академии наук
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н
Никитов С.А.



«18» октября 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук на диссертационную работу Митрофанова Александра Александровича «Синхронизация неизохронных автогенераторов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Диссертационная работа Митрофанова Александра Александровича посвящена исследованию систем синхронизации неизохронных автогенераторов с помощью цепи фазовой автоподстройки частоты, внешним гармоническим воздействием и двух связанных неизохронных автогенераторов.

Актуальность.

Одним из новых направлений электроники является спинтроника, в которой ключевую роль играет не заряд электрона, а его собственный магнитный момент - спин. Важным шагом в развитии спинтроники были работы Дж. Слончевского (Slonczewski) и Л. Берже (Berger), которые показали возможность генерации СВЧ колебаний при пропускании через образец, состоящий из чередующихся магнитных и немагнитных слоев, электрического то-

ка за счет эффекта переноса спинового момента от одного слоя к другому. Это направление приобрело большую популярность, а генераторы получили особое название - "спин-трансферные наноосцилляторы" (СТНО).

Кроме преимуществ, связанных со сверхмалыми размерами и широким диапазоном перестройки частоты под действием магнитного поля и тока, современные СТНО обладают недостатками: низкой выходной мощностью и широкой спектральной линией. Одним из методов уменьшения ширины спектральной линии генерируемых СТНО колебаний является использование механизма фазовой синхронизации.

Неотъемлемым свойством СТНО является неизохронность. Неизохронность колебаний – это физическое явление, заключающееся в зависимости частоты собственных колебаний колебательной системы от их амплитуды. В работе показано, что неизохронность, являясь механизмом для изменения частоты существенно уменьшает фазовые шумы автогенераторов.

Таким образом, разработанные в работе методы анализа и расчета динамических и шумовых свойств неизохронных автогенераторов могут стать основой для разработки наноразмерных источников СВЧ колебаний, что является весьма **актуальным**.

2. **Научная новизна** работы заключается в следующем:

- автором построены математические модели неизохронного автогенератора в системах синхронизации ВГВ и цепью ФАПЧ с учетом влияния теплового белого гауссовского шума с перестройкой по частоте за счет неизохронности;

- показано существование эффекта полосы захвата в бесфильтровой системе ФАПЧ неизохронного автогенератора на основе модели Славина-Тиберкевича

- полосы синхронизма при синхронизации с помощью цепи ФАПЧ и ВГВ являются несимметричными относительно знака частотной расстройки между эталонным и подстраиваемым автогенератором за счет нелинейности модуляционной характеристики подстраиваемого неизохронного автогенератора;

- показано, что увеличивая значение коэффициента усиления сигнала ошибки в цепи обратной связи ФАПЧ можно увеличить значение полосы синхронизма, но при этом увеличится время вхождения в синхронизм.

- параметром, определяющим ширину полос синхронизма и захвата, а также область отстроек от несущей частоты, при которых удастся получить выигрыш в уровне фазовых шумов для системы синхронизации ВГВ, является амплитуда внешнего гармонического сигнала, а для системы ФАПЧ – коэффициент усиления сигнала ошибки в цепи обратной связи;

3. Обоснованность результатов. В работе используются известные классические методы теории нелинейных динамических систем, теории случайных процессов, методы численного моделирования, что подтверждает достоверность и обоснованность полученных результатов. Также она подтверждается экспериментальными результатами.

4. Основные научные результаты, выводы и положения по теме диссертации автором лично и подробно опубликованы в соавторстве с консультантом и научным руководителем, кем была осуществлена постановка задач исследований.

Личный вклад автора заключается в проведении математических расчетов и выводов, проверке и оценке полученных результатов, написанием программ для численного моделирования, моделированием в системах автоматического проектирования и постановкой экспериментов.

5. Полнота публикации материалов и апробация работы. Материалы диссертационной работы в полной мере отражены в 30 печатных работах, из них 7 научных статей (5 из списка рекомендованных ВАК, из них 3 индексируемые в базах Web of Science и Scopus), 18 тезисов докладов и 5 текстов докладов в материалах международных конференциях.

6. Теоретическая значимость работы заключается в том, что разработанная соискателем теория синхронизированных неизохронных автогенераторов позволяет описывать свойства широкого класса устройств, независимо от их физической природы.

7. Практическая значимость научной работы соискателя состоит в том, что разработанные в данной диссертационной работе прикладные методы анализа процессов и шумовых характеристик в синхронизированных неизо-

хронных автогенераторах, показывают реальную возможность создания стабильных миниатюрных перестраиваемых автогенераторов.

8. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы рекомендуется использовать при разработке устройств генерирования и формирования радиосигналов.

9. Замечания по представленной диссертации

1. В работе мало уделено внимания описанию возможностей физической реализации систем синхронизации в наномасштабе. Не сказано, на какую общую нагрузку будут поступать колебания и как осуществить их сложение.

2. В работе не описаны методы экспериментального детектирования колебаний наноразмерных источников СВЧ колебаний.

10. Заключение

Диссертационная работа А.А. Митрофанова является законченным научно-квалификационным исследованием. Все полученные результаты являются новыми и актуальными. Автором внесен определяющий вклад в решении поставленных задач. В диссертации не использован заимствованный материал без ссылок на источник заимствования. Работа написана автором самостоятельно, техническим, грамотным языком. Диссертация соответствует специальности 05.12.04 - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация «Синхронизация неизохронных автогенераторов» Митрофанова Александра Александровича является законченной квалификационной работой, соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК при Минобороны РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Митрофанов Александр Александрович заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

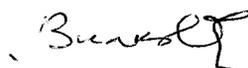
Сведения о составителе отзыва:

Вилков Евгений Александрович, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.10 – Физика твердого тела, ведущий научный сотрудник ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, адрес 125009 ул. Моховая, 11, корп. 7. Тел +7 (495) 629 3331, электронная почта e-vilkov@yandex.ru

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию обсуждены на научно-квалификационном семинаре «Физика твердого тела, магнитных и акустических явлений», Протокол №3 от 16 октября 2018 года.

Отзыв подготовил:

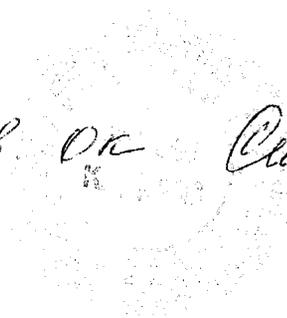
доктор физико-математических наук
ведущий научный сотрудник



Е.А. Вилков

(подпись, дата)

Отзыв заверяет:



Зав. Отдел. Слес -

(Вилков Е.А.)

16.10.2018г

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова Российской академии наук (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН)

125009 ул. Моховая, 11, корп. 7

<http://www.cplire.ru/>

+7 (495) 629 3331

ire@cplire.ru