

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Петрова Александра Анатольевича

«Методы улучшения точностных характеристик стандартов частоты»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
1.3.2 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Актуальность темы

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений, поскольку современные проблемы обеспечения высокоточных измерений при позиционировании для спутниковых навигационных систем (СНС) являются одними из приоритетных задач современного авиакосмического приборостроения, эксплуатации навигационных систем промышленной и стратегической направленности. Актуальность выбранной темы согласуется, в том числе, с Указом Президента Российской Федерации об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации № 623 от 16.12.2015. Это дает основание утверждать, что научная цель диссертации и решение задач, определенных для ее достижения позволит обеспечить определение координат СНС с высокой точностью в режиме реального времени, а так же повысить надежность и технические характеристики означенных систем.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор достаточно корректно использует известные научные методы построения новых методов анализа и моделей СНС. Выносимые на защиту методы синтеза резонансной частоты, подстройки магнитного поля и многопозиционной девиации работы кольца АПЧ, а так же математическая модель проверки разработанного программного обеспечения и имитации процесса формирования сигнала достаточно обоснованы. При помощи разработанного автором программного обеспечения проведены экспериментальные исследования, подтверждающие правильность теоретических положений. Полученные результаты являются новыми, ранее не опубликованными в известной мне литературе.

Диссертантом изучены известные достижения и теоретические положения других авторов по вопросам создания и исследования квантовых стандартов частоты. Список литературы составляет 120 наименований.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных эксперимента и научных выводов. Так при моделировании установлено, что метод прямого цифрового синтеза обладает наилучшим сочетанием параметров и характеристик и может быть положен в основу проектирования перспективного синтезатора частоты (СЧ). Полученные результаты позволили разработать новый метод формирования дробной части частоты, создать математическую модель СЧ и на практике реализовать СЧ в базисе ПЛИС. При отработке и моделировании выполнена оценка уровня подавления боковых спектральных составляющих в спектре выходного сигнала СЧ. Полученные результаты показали не только улучшение спектральных характеристик выходного сигнала СЧ, но и обеспечили возможность перестройки выходной частоты СЧ в широком диапазоне, что в свою очередь позволило предложить и реализовать новый метод стабилизации магнитного поля атомно-лучевой трубки цезиевого СЧ. Результаты экспериментальных исследований метрологических характеристик полученных практических решений показали улучшение нестабильности частоты на 20 %, по сравнению с известными подходами.

Оценка новизны и достоверности

В качестве новых научных результатов диссертантом выдвинуты следующие положения:

- установлены на основе проведенных исследований основные факторы, оказывающие существенное влияние на чистоту спектральных характеристик выходного сигнала синтезатора частоты при использовании в нем метода прямого цифрового синтеза;

- разработан новый метод формирования дробной частоты с разрешением до десятитысячных долей герца для подстройки частоты сигнала СВЧ-возбуждения под частоту резонансного перехода, с широким диапазоном выходных частот и реализации алгоритма многопозиционной девиации работы кольца АПЧ;

- разработана новая математическая модель, описывающая работу синтезатора частоты, в которой учитываются особенности использования метода прямого цифрового синтеза;

- разработана новая математическая модель для проверки достоверности работы разработанного СЧ на основе моделирования режимов работы и обработки экспериментальных данных;

- установлено влияние нестабильности магнитного поля в цезиевых атомных часах на сдвиг разности частот двух резонансных переходов;

- разработан новый метод подстройки магнитного поля по изменению разности между частотами зеемановских резонансов атомов цезия-133 и между частотами резонансов атомов рубидия-87.

Результаты, представленные на защиту, согласуются с данными, полученными в результате экспериментов.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области экспериментальной физики и приборостроения.

Положения теории основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин: физике, математике и математической статистике и методах описания подобных систем. В работе диссертант грамотно использует математический аппарат для построения модели, корректно вводит новые понятия.

Основные результаты диссертации опубликованы в 33 печатных работах, в том числе в 5 научных журналах, рекомендованных ВАК, 16 в изданиях, индексируемых в международных наукоемких базах SCOPUS и Web of Science, а так же неоднократно обсуждались на различных конференциях и получили одобрение ведущих специалистов.

Общие замечания по автореферату диссертации

1. На мой взгляд, в тексте автореферата следовало бы детально выделить положения научной новизны исследований, указав те несомненные преимущества, которые то или иное положение предоставляет.

2. Некоторые рисунки, например Рис. 15 и 17 имеют плохо видимые надписи, которые без особого ущерба могут быть увеличены.

3. В тексте автореферата, довольно скудно представлен такой важный, полученный автором результат, как практическая реализация СЧ, что, по-видимому, связано с ограничениями на допустимый объем страниц.

Отмеченные недостатки не снижают качества исследований и не влияют на главные теоретические и практические результаты.

Заключение

Судя по тексту автореферата и доступным публикациям, диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В тексте автореферата приведены научные результаты, позволяющие их квалифицировать как новое решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

На мой взгляд, работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Текст автореферата написан доходчиво, грамотно и довольно аккуратно оформлен. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий» ВАК РФ, а ее автор Петров Александр Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 «Приборы и методы экспериментальной физики».

Непомнящий Олег Владимирович

25.03.2022

Дата

Подпись

Кандидат технических наук, доцент,
профессор, заведующий кафедрой «Вычислительная техника»
институт космических и информационных технологий
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет
Россия, 660074, г. Красноярск, Красноярский край,
ул. ак. Киренского д 26Б, УЛКЗ-12В
Тел: +7 (391) 249-75-61
Факс: +7 (391) 2-912-575

