

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Камте-Немм А.А. Автоматическое двухпозиционное регулирование. – М.: Наука, 1967. – 160 с.
2. Кирин Ю.П., Затонский А.В., Беккер В.Ф., Бильфельд Н.В. Идентификация математических моделей нестационарных объектов управления // Математические методы в технике и технологиях: Сб. трудов 14-й Междунар. науч. конф. – Смоленск: СФ МЭИ, 2001. Т.2. – С.92-94.
3. Кирин Ю.П., Затонский А.В., Беккер В.Ф., Бильфельд Н.В. Синтез оптимальных систем управления процессами магнетермического производства губчатого титана. // Математические методы в технике и технологиях: Сб. трудов 14-й Междунар. науч. конф. – Смоленск: СФ МЭИ, 2001. Т.2. – С.89-91.
4. Кирин Ю.П., Затонский А.В., Беккер В.Ф., Бильфельд Н.В. Анализ динамики позиционных систем управления процессами производства губчатого титана // Математические методы в технике и технологиях: Сб. трудов 18-й Междунар. науч. конф. – Казань: КГТУ, 2005. Т.10. – С.84-86.

Кирин Юрий Петрович

Березниковский филиал Пермского государственного технического университета

E-mail: [z Xenon@narod.ru](mailto:z Xenon@narod.ru)

618221, Пермский край, г. Березники, ул.Юбилейная 74-64, 31, кв. 6

Kirin Yury Petrovich

Berezniki branch of the Perm State Technical University

E-mail: [z Xenon@narod.ru](mailto:z Xenon@narod.ru)

74-64, Ubileynaj street, Berezniki, 618221, Russia

УДК 621.396

**К.В. Ведмецкий, А.Г. Прыгунов, А.И. Рахманинов, В.В. Худяков**  
**ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**  
**ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ИНФОРМАЦИОННО-**  
**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*В данной статье обосновывается актуальность использования новых подходов к решению задачи повышения стабильности и точности частот выходных сигналов генераторного оборудования информационно – телекоммуникационных систем различного значения. Показывается и обосновывается возможность и целесообразность использования в генераторных системах голографических «эталонов частоты».*

*Стабильность и точность частот; квантовые генераторные системы; голограмма; информационно-телекоммуникационные системы.*

**C.V. Vedmetsky, A.G. Prygunov, A.I. Rakhmaninov, V.V. Khudyakov**  
**PERSPECTIVE TREND OF IMPROVING THE ELEMENT BASE OF**  
**THE INFORMATION-TELECOMMUNICATION SYSTEM**

*In the given article we substantiate the urgency of using new approaches to the problem solution of increasing frequency stability and accuracy of the input signals of the generator equipment for the information - telecommunication system of different purpose. We show and substantiate the feasibility and expediency of using holographic «frequency standarts» in the generator systems.*

*Frequency stability and accuracy; quantal generator systems; hologram; information-telecommunication system*

Одним из путей решения задачи качественного совершенствования информационно-телекоммуникационных систем является комплексная программа создания многослойной распределенной сети автоматизированной системы управления, отличающейся от существующей использованием первичной сети, создаваемой на основе перспективной интегральной сети связи. Важнейшим направлением построения таких систем является создание децентрализованных распределенных радиосетей на основе широковещательных радиоканалов с множественным доступом и пакетной коммутацией информации пакетных радиосетей (ПРС), адаптированных к решению конкретных практических задач.

Одной из главных проблем ПРС является улучшение параметров стабильности функционирования системы синхронизации, определяющей качество и надежность функционирования сети [1,2]. Особую актуальность эта задача имеет в условиях необходимости передачи больших потоков информации в ограниченное время.

Проблемы синхронизации не ограничиваются только цифровой первичной сетью, но имеют важное значение в сетях передачи данных, цифровой телефонии, сетях специального назначения и других вторичных сетях.

Отсюда следует, что стабильность и точность частот сигналов синхронизации в ПРС определяющим образом влияет на качество параметров сети. Это обуславливает исключительную актуальность задачи разработки теоретико-методологической базы для повышения стабильности частот выходных сигналов генераторного оборудования имеющихся и перспективных интегральных сетей связи. Решение этой сложной задачи возможно только на пути использования новых подходов к её решению.

Для отыскания возможных путей решения указанной задачи представляется целесообразным провести анализ состояния дел в исследуемой предметной области.

Недостаточная стабильность частот синхросигналов, вырабатываемых генераторным оборудованием используемых и разрабатываемых ПРС различного назначения [1,2], вызывает появление в первичной сети проскальзываний, потерю цикловой информации, появление пакетных ошибок и алгоритмического джиттера. Во вторичных сетях это приводит к появлению импульсных помех, искажению строк, потере данных, замиранию кадра и потере соединения. По своей физической сущности нестабильности сигналов синхронизации в сетях представляют собой различные нестабильности частот выходных сигналов генераторного оборудования сети, а также нестабильности, возникающие в процессе передачи синхросигналов и приводящие к нарушениям параметров синхронизации и появлению проскальзываний.

Разработанный используемый в настоящее время теоретико-методологический подход к построению высокостабильных генераторных систем, как для установок ПРС, так и для другой электронной аппаратуры, предполагает наличие эталонных генераторных систем, по параметрам выходных сигналов которых осуществляется процесс коррекции частот выходных колебаний стабилизируемых генераторных систем [1,2]. Для получения требуемой стабильности частоты выходных сигналов генераторного оборудования ПРС в настоящее время широко используются следящие системы автоматической подстройки частоты (АПЧ), построенные на основе измерения с последующей компенсацией уходов частоты и фазы стабилизируемых колебаний или импульсных последовательностей.

Принципиальной при таком подходе является невозможность получения выходных колебаний генераторных систем с параметрами кратковременной и долговременной относительной нестабильности их частоты, меньшей, чем у используемой эталонной колебательной системы. Таким образом, стабильность и точность частот выходных сигналов генераторного оборудования ПРС будут полностью определяться параметрами стабильности и точности выходных сигналов используемых эталонных генераторов.

Известно [3], что наивысшие стабильность и воспроизводимость частоты достигнуты в настоящее время в квантовых генераторных системах (КГС), однако широкое практическое использование таких систем в интересах стабилизации частоты генераторного оборудования аппаратуры радиосвязи (в том числе и в ПРС) сопряжено с рядом серьёзных трудностей. Одна из существенных трудностей заключается в том, что частоты колебаний, формируемых КГС, лежат в КВЧ диапазоне радиоволн и оптическом диапазоне волн. При этом, частоты колебаний, формируемых указанными генераторами, не кратны стандартным, установленным для опорных генераторов аппаратуры радиосвязи, а выходные сигналы КГС характеризуются малой мощностью и амплитудой. В этой связи для создания устройств стабилизации частот выходных сигналов генераторных систем, используемых в современной радиоэлектронной аппаратуре, возникает необходимость в специальной аппаратуре, обеспечивающей преобразование значений частот выходных сигналов КГС в стандартные частоты при сохранении их стабильности и увеличении мощности. Таким образом, требуется достаточно сложная аппаратура преобразования частот. Серьёзные трудности вызывает тот факт, что для обеспечения высоких характеристик КГС и аппаратуры преобразования частот необходимо значительное число низковольтных и высоковольтных источников питания, к стабильности выходных напряжений которых предъявляются высокие требования.

Необходимо отметить, что контроль за режимами работы каждой из КГС и основных конструктивных элементов её принципиальной схемы осуществляется, как правило, специальной системой управления, контроля, сигнализации и защиты, что увеличивает сложность конструкции устройства стабилизации частоты генераторного оборудования, выполненного с использованием КГС. Перечисленные трудности препятствуют в настоящее время широкому использованию КГС в генераторных системах и синтезаторах частот современной аппаратуры радиосвязи.

Решение задачи построения относительно простого по конструкции генераторного оборудования аппаратуры радиосвязи на основе КГС лежит на пути использования достижений голографической интерферометрии [4,5,6]. При построении таких генераторов в качестве «эталона» для «хранения» значения частоты выходного сигнала генератора может быть использована голограмма, экспонированная специальным образом. Работа системы АПЧ такого типа может быть построена на преобразовании изменений частоты стабилизируемых колебаний в изменения кривизны сферического фазового фронта когерентного светового потока и измерении этих изменений интерференционно-голографическим методом путём анализа изменений пространственно-спектрального распределения интенсивности оптического поля в плоскости информационной интерферограммы. В процессе измерений плоскость интерференционной картины выносится за пределы оптической оси информационной светового потока. Голографический пространственно-спектральный метод измерений обеспечивает возможность формирования в плоскости интерферограммы низкочастотных пространственных составляющих, что существенным образом упрощает процесс съёма и обработки оптической информации. В процессе измерений формируются интерференционные полосы кольце-

вой или эллиптической формы. Существует ряд особенностей построения чувствительного оптического элемента голографической системы АПЧ. При построении чувствительного элемента необходимо учитывать тот факт, что углы между волновыми векторами интерферирующих световых потоков малы и ограничены необходимостью выполнения двух взаимоисключающих требований [4,5,6]:

- для удобства вынесения главного изображения за пределы оптической оси светового потока, реконструированного эталонной голограммой, необходимо обеспечить максимальный угол между оптическими осями информационного и опорного световых потоков;

- для обеспечения максимальной площади пересечения интерферирующих световых потоков, формирующих главное изображение, угол между волновыми векторами этих световых потоков должен быть маленьким.

Для преодоления указанного противоречия приходится использовать компромиссное решение.

Другой существенной особенностью голографического чувствительного элемента является то, что в зависимости от увеличения или уменьшения кривизны волнового фронта информационного светового потока интерференционные полосы сбегают к центру или, соответственно, разбегаются от центра изображения. Это позволяет проводить анализ изменений амплитудно-фазового распределения интенсивности оптического поля в плоскости интерферограммы не путём измерения изменений ширины интерференционных полос, а путём фиксации с помощью пороговых устройств характера сбега или разбега интерференционных полос информационного изображения.

Голографический чувствительный элемент имеет ещё целый ряд особенностей, положительных с точки зрения технической реализации этого элемента [5,6,7]:

- используемая эталонная голограмма позволяет осуществить разделение информации, закодированной в распределении амплитуд и фазовом фронте оптической волны, что даёт возможность исключить ошибки, связанные с амплитудными искажениями, а также компенсировать ошибки, вносимые оптическими элементами схемы чувствительного элемента;

- опорный световой поток формируется из информационного путём размещения отражателя за эталонной голограммой в непосредственной близости от неё;

- эталонная голограмма обеспечивает спектральную избирательность к информационному световому потоку и возможность получения высокого коэффициента контрастности интерференционной картины;

- путём изменения взаимного положения эталонной голограммы и размещённого за ней отражателя имеется возможность на порядки изменять ширину интерференционных полос формируемой интерферограммы, а также изменять распределение интенсивности светового потока по интерференционным полосам;

- в результате дифракции информационного светового потока на эталонной голограмме обеспечивается возможность концентрации до 40% энергии этого светового потока в пределах центрального пятна проекторной зоны восстановленного изображения;

- используемая оптическая схема голографического чувствительного элемента обеспечивает высокую устойчивость к паразитным вибрациям его корпуса и к ударным нагрузкам.

Существует ещё целый ряд особенностей функционирования и построения голографического чувствительного элемента, являющегося по существу «хранителем эталона частоты», однако они не оказывают серьёзного влияния на принципы

построения голографической системы АПЧ или генераторного оборудования с использованием этой системы.

Анализ изменений характера амплитудно-фазового распределения интенсивности оптического поля в плоскости интерферограммы, формируемой с помощью голографического чувствительного элемента, являющегося «хранителем эталона частоты», позволяет сделать вывод о величине и направлении отклонения частоты выходного сигнала стабилизируемого генератора от номинального значения. Процесс такого анализа может выполняться автоматически. По результатам измерений и анализа вырабатывается управляющее воздействие на перестраиваемый реактивный элемент частото задающего контура стабилизируемого генератора.

Проведённые экспериментальные исследования позволили сделать вывод об устойчивости схемы голографического чувствительного элемента в схеме оптической системы АПЧ к поперечным вибрациям. Температурные изменения страт дифракционной решётки в эмульсии голографического «эталона частоты» компенсируются путём использования дифференциальной оптической схемы построения голографического чувствительного элемента оптической системы АПЧ.

Научные результаты, полученные за последнее десятилетие в области голографической интерферометрии [4,5,6], позволяют сделать вывод о принципиальной возможности и целесообразности построения высокостабильных и высокоточных генераторных систем с использованием систем АПЧ на основе голографического «эталона частоты». Использование указанного подхода к построению высокоточного и высокостабильного генераторного оборудования открывает реальные перспективы построения достаточно надёжных и простых систем синхронизации аппаратуры ПРС, а также обеспечивает возможность использования голографических систем стабилизации частоты в опорных генераторах и синтезаторах частот аппаратуры радиосвязи в интересах повышения помехоустойчивости и помехозащищённости радиоканалов.

При практическом использовании генераторной системы с голографическим «эталонном частоты» открывается возможность на порядки повысить стабильность и точность частот выходных сигналов, формируемых генераторным оборудованием систем синхронизации аппаратуры ПРС и связанных радиостанций, что существенным образом снижает вероятность потери информации в процессе её передачи в информационно-телекоммуникационных системах различного назначения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бакланов И.Г.* Технологии измерения первичной сети. Часть 2. Системы синхронизации. – М.: Эко – Трендз, 2000. – 140с.
2. *Морозов Г.* Проблемы тактовой синхронизации цифровых местных телефонных сетей. // М.: Радио, – 1999, № 11. – С. 71–72
3. Кварцевые и квантовые меры частоты / Под редакцией Б.И.Макаренко. МО СССР, 1976. – 412с.
4. *Прыгунов А.Г., Зверев А.П.* Метод стабилизации частоты генераторного оборудования с использованием голограмм. // Сборник рефератов депонированных рукописей, серия В. Вып. № 43. – М.: ЦВНИ МО РФ, 1998
5. *Безуглов Д.А., Прыгунов А.Г., Трещачёв В.В.* Анализ дифракции света на эталонной голограмме при измерении перемещений объектов пространственно-спектральным методом. // Автометрия, РАН СО, 1998. № 5. – С. 27-37
6. *Прыгунов А.Г., Сизов В.П., Безуглов Д.А.* Метод определения перемещений объектов на основе анализа волновых фронтов оптического поля с использованием эталонных голограмм. // Оптика атмосферы и океана, 1995. Т.8, № 6. – С. 826-830.

7. *Паринов И.А., Прыгунов А.Г., Рожков Е.В., Трепачёв В.В., Попов А.В.* Измеритель помещений с объёмной голограммой. // Патент на изобретение № 2169348 от 20.06.2001г.

Ведмецкий Константин Владимирович,  
Ростовский военный институт ракетных войск  
E-mail: [dolgov-ai@yandex.ru](mailto:dolgov-ai@yandex.ru)  
344038, г. Ростов-на-Дону, проспект М. Нагибина, 24/50.  
Тел.: +7(9054392081)

Прыгунов Александр Германович  
Ростовский военный институт ракетных войск  
E-mail: [dolgov-ai@yandex.ru](mailto:dolgov-ai@yandex.ru)

Рахманинов Александр Иванович  
Ростовский военный институт ракетных войск  
E-mail: [dolgov-ai@yandex.ru](mailto:dolgov-ai@yandex.ru)

Худяков Владислав Валерьевич  
Ростовский военный институт ракетных войск  
E-mail: [dolgov-ai@yandex.ru](mailto:dolgov-ai@yandex.ru)

Vedmetzky Constantine Vladimirovich  
Rostov Military Institute of Rocket Troops  
E-mail: [dolgov-ai@yandex.ru](mailto:dolgov-ai@yandex.ru)  
24/50, M, Nagibina street, Rostov-on-Don, 344037, Russia  
Phone: +7(9054392081)

Prygunov Alexander Germanovich  
Rostov Military Institute of Rocket Troops  
E-mail: [dolgov-ai@yandex.ru](mailto:dolgov-ai@yandex.ru)

Rakhmaninov Alexander Ivanjvich  
Rostov Military Institute of Rocket Troops  
E-mail: [dolgov-ai@yandex.ru](mailto:dolgov-ai@yandex.ru)

Khudyakov Vladislav Valerjovich  
Rostov Military Institute of Rocket Troops  
E-mail: [dolgov-ai@yandex.ru](mailto:dolgov-ai@yandex.ru)

УДК 658:001.89; 338:001.89

**Д.П. Олишевский**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОЧЕРЕДЯМИ ЗАЯВОК  
ПРИ ОКАЗАНИИ НАУКОЕМКИХ УСЛУГ ЦЕНТРОМ КОЛЛЕКТИВНОГО  
ПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Рассмотрен процесс моделирования центра коллективного пользования (ЦКП), обеспечивающего режим коллективного пользования прецизионным дорогостоящим научным и технологическим оборудованием, с целью оказания наукоемких услуг. Описана имитационная модель объекта в программной среде AnyLogic5, показывающая функционирование ЦКП. Предложена система управления заявками для оптимизации обслуживания заявок.*

*Центр коллективного пользования; имитационное моделирование; система массового обслуживания; AnyLogic5.*