ОТЗЫВ
официального оппонента
к.т.н., доцента, Дашкова Михаила Викторовича
на диссертацию Степанова Ивана Васильевича на тему «Снижение шага перестройки частоты оптоэлектронного автогенератора с элементами интегральной фотоники», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.15 Системы, сети и устройства телекоммуникаций

на оппонирование представлены:
- диссертация, 99 стр. с приложениями и списком источников, включающим 134 наименования;
- автореферат диссертации объемом 19 стр., список основных опубликованных работ автора содержит 12 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, 4 в научных изданиях, входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus, также зарегистрированы 1 патент на полезную модель и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Степанова Ивана Васильевича посвящена снижению шага перестройки частоты оптоэлектронных осцилляторов (ОЭО) при сохранении широкого диапазона перестройки частоты.

Актуальность темы диссертации определяется востребованностью источников сверхвысокочастотных (СВЧ) колебаний с низким уровнем фазового шума и возможностью перестройки частоты генерируемого колебания в широком диапазоне для телекоммуникационных и радиолокационных систем.

Одним из вариантов таких источников является оптоэлектронный автогенератор, однако текущие реализации обладают слишком большим для систем связи шагом перестройки частоты. В данной работе предлагается решать данную проблему за счёт управления фазовым набегом в оптической части петли обратной связи с помощью интегральной перестраиваемой линии задержки (ПЛЗ) на интерферометре Маха-Цендера (ИМЦ) или микрокольцевом резонаторе (МКР).

ВХОД. № 4430-13
«03» 11 2026 г.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников. Работа изложена на 99 страницах, содержит 46 рисунков, 4 таблицы и 3 приложения. В список используемой литературы включено 134 наименования.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, определены цель и задачи исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, научная новизна, а также практическая и теоретическая значимость полученных результатов.

Первая глава посвящена анализу существующих архитектур оптоэлектронных автогенераторов (оптоэлектронных осцилляторов – ОЭО) и способов перестройки их частоты. Выделены основные компоненты, обеспечивающие возможность перестройки частоты. Приведено математическое описание принципов работы ОЭО.

Во второй главе разработана математическая модель процесса перестройки частоты ОЭО с интегральной оптической частью. Также рассмотрены возможные варианты реализации перестраиваемой линии задержки (ПЛЗ).

В третьей главе представлены процесс и результаты численного моделирования отдельных компонентов фотонной интегральной схемы (ФИС) и ПЛЗ. Для моделирования были использованы методы конечных разностей собственных мод, разложения собственных мод, конечных элементов и аппарат матриц рассеяния. В качестве программного обеспечения был использован Ansys Lumerical. Все компоненты были рассчитаны для обобщённой платформы кремний-на-изоляторе.

В четвертой главе представлены результаты численного моделирования зависимости частоты на выходе ОЭО от вносимой временной задержки и проведено сравнение результатов моделирования с расчётом на основе разработанной математической модели. Также в рамках численного моделирования показана возможность перестройки частоты без срыва процесса генерации и представлено структурное решение, упрощающее процесс измерения и управления частотой сигнала на выходе ОЭО.

В заключении изложены основные результаты и выводы диссертации.

Приложения содержат акты о внедрении результатов работы, формулу полезной модели к патенту Российской Федерации и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе, подтверждается опубликованными по материалам исследования работами, включая 3 статьи в рецензируемых научных

журналах из перечня ВАК, 4 в научных изданиях, входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus (2 из них уровня Q1 и Q2), 5 публикаций в других изданиях. Также автором диссертации зарегистрированы 1 патент на полезную модель и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация отличается логичной и последовательной структурой и сопровождается достаточным количеством иллюстраций и таблиц, которые наглядно подтверждают ключевые результаты и выводы исследования. Содержание автореферата полностью отражает основные положения, изложенные в диссертационной работе.

Полученные результаты соответствуют заявленным автором пунктам паспорта научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных автором результатов не вызывает сомнений, поскольку они опираются на известные физические и математические принципы, подтверждаются проверкой адекватности аналитических моделей с помощью численного моделирования и согласуются с данными, представленными у других авторов.

Научная новизна полученных результатов

К новым научным результатам, полученным в работе, следует отнести:

1. Разработку математической модели процесса перестройки частоты на выходе оптоэлектронного осциллятора, основанной на контроле фазового набега в его оптической части петли обратной связи, отличающейся учётом применения элементов интегральной фотоники оптической части петли обратной связи оптоэлектронного осциллятора, и позволяющей определить частоту сверхвысокочастотного колебания на выходе оптоэлектронного осциллятора и диапазон её перестройки, а также построить настроечную характеристику возбудителя сверхвысокочастотных колебаний.

2. Разработку метода перестройки частоты на выходе оптоэлектронного осциллятора, основанного на изменении фазового набега в оптической части петли обратной связи, отличающегося применением интегральной оптической линии задержки в ней, и позволяющим обеспечить перестройку частоты на выходе оптоэлектронного осциллятора без срыва генерации.

3. Разработку методики структурной оптимизации конструкции оптической части петли обратной связи оптоэлектронного осциллятора, отличающейся учётом различных физических эффектов для изменения фазы оптического сигнала в интегральном оптическом волноводе, позволяющей снизить шаг перестройки частоты на выходе оптоэлектронного осциллятора.

4. Разработку структуры синтезатора сверхвысокочастотных колебаний, основанной на использовании оптоэлектронного осциллятора с элементами интегральной фотоники в его оптической части петли обратной связи,

отличающейся применением блока понижения частоты, позволяющей упростить структуру блока измерения частоты и её перестройки.

Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертационной работы

Предложены метод перестройки частоты ОЭО без срыва генерации, структурное решение, обеспечивающее снижение шага перестройки частоты ОЭО, а также разработана методика структурной оптимизации конструкции оптической части петли обратной связи ОЭО. С практической точки зрения снижение шага перестройки частоты ОЭО и упрощение блока измерения и управления его частотой позволит применять его в большем количестве телекоммуникационных устройств.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. Формула (2.12) записана с ошибкой, так как не согласуется с формулой (2.11) из которой она была выведена и некорректна с точки зрения единиц измерения.
2. В разделе 3.3 продемонстрировано, что значение частоты дискретизации модели влияет на величину вносимой временной задержки и характер её изменения, однако конкретных рекомендаций по выбору частоты дискретизации для решения целевой задачи не сформулировано.
3. В разделе 3.3 при определении шагов перестройки временной задержки не указан критерий выбора «квазилинейных участков». Целесообразно было при этом также указывать соответствующие диапазоны значений перестройки и управляющих напряжений.
4. Приведенные в главе 4 параметры модели недостаточны для воспроизведения. В частности не указаны мощность лазера, чувствительность фотодетектора, добротность, ширина и глубина режекции фильтра. С практической точки зрения также было бы интересно оценить влияние характеристик реального фазового модулятора.
5. Представленные в выводах «минимальный шаг» и «максимальный диапазон» относятся к разным конфигурациям ОЭО.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Заключение

Диссертационная работ Степанова Ивана Васильевича по своей новизне и практической значимости является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи снижения шага перестройки частоты оптоэлектронных осцилляторов при сохранении широкого диапазона перестройки частоты. Решение данной задачи имеет существенное значение для соответствующей отрасли знаний, а полученные результаты могут быть использованы при проектировании новых систем радиосвязи.

Диссертационная работа «Снижение шага перестройки частоты оптоэлектронного автогенератора с элементами интегральной фотоники» полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, предусмотренными п.п. 9-11, 13, 14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842 с последующими изменениями и дополнениями, а её автор Степанов Иван Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент:
к.т.н., доцент, заведующий кафедрой линий связи и измерений в технике связи федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Дашков Михаил Викторович.

29. октября 2026 г.

Подпись к.т.н., доцента, Дашкова Михаила Викторовича удостоверяю

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
Специальность, по которой защищена кандидатская диссертация:
05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Даю согласие на обработку персональных данных

Адрес: 443090, г. Самара, Московское шоссе, д. 77
Телефон: +7 (846) 339-11-00 (доб. 2373)
Электронная почта: dashkov@psuti.ru

Собственноручную(ые) подпись (и)
Дашкова М.В.
заверяю: начальник ОДО ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» И.В. Плеханова
29.10.2026

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
Отдел документационного обеспечения