

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Головина Николая Николаевича
«Управление сдвигом гребенки частот и фазой между огибающей и несущей
излучения фемтосекундного лазера», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и
оптико-электронные приборы и комплексы

Актуальность темы

Диссертационная работа Головина Николая Николаевича посвящена разработке новых способов управления сдвигом частотной гребенки, а также фазой между несущей и огибающей излучения фемтосекундного лазера. Решение описанных проблем имеет критически важное значение для получения аттосекундных импульсов, что является актуальной задачей для исследований в метрологии и нелинейной оптике.

Общая характеристика работы

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и трех приложений.

Автореферат диссертации написан и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ и отражает основное содержание диссертационной работы.

Во введении содержатся сведения об актуальности и степени разработанности темы, определены цели и задачи, подлежащие исследованию, обоснована теоретическая и практическая значимость работы, представлены положения, выносимые на защиту, показана актуальность работы и личный вклад автора.

В первой главе приводится описание физических основ генерации фемтосекундного излучения, а также теоретическое описание основных характеристик излучения лазера с самосинхронизацией мод.

Во второй главе приводится обзор современного состояния вопросов стабилизации частоты повторения и сдвига частотной гребенки фемтосекундного лазера. Здесь же приводится описание разработанного соискателем метода стабилизации этих двух параметров на основе двухдиапазонного рубидиевого стандарта частоты. Подробно описывается схема работы метода и основные преимущества её применения.

В третьей главе описываются способы устранения частотного сдвига гребенки фемтосекундного лазера на основе внешних интерферометров Фабри-Перо и Майкельсона. Здесь приводится подробное описание двухконтурной

схемы устранения сдвига гребенки частот фемтосекундного лазера с помощью интерферометра Майкельсона, в которой осуществляется управление дисперсией в резонаторе.

В четвертой главе описываются методы селекции периодических последовательностей идентичных импульсов фемтосекундного лазера. Также приводится описание предложенных соискателем схемы получения идентичных фемтосекундных импульсов на основе электрооптического модулятора. Приводятся экспериментальные результаты генерации последовательностей импульсов с дискретностью перестройки фазы между несущей и огибающей, равной $2\pi/5$.

В пятой главе описываются методы снижения дискретности установки фазы несущей относительно огибающей. Также описываются принципы создания последовательностей ультракоротких импульсов с заданным скольжением фазы между соседними импульсами. Приводятся результаты генерации 125 и 250 различных последовательностей идентичных фемтосекундных импульсов с дискретностью перестройки фазы между несущей и огибающей, равной $2\pi/125$ и $2\pi/250$.

В заключении сформулированы основные результаты исследований.

Научная новизна

Научная новизна проведенных исследований состоит в следующем:

1. Предложены метод и схема контроля сдвига частотной гребенки с произвольной шириной спектра с применением интерферометра Майкельсона.
2. Предложен и экспериментально реализован метод получения последовательности идентичных фемтосекундных импульсов без сдвига частотной гребенки с управляемой разностью фаз между огибающей и несущей с использованием селектора импульсов на основе электрооптического модулятора.
3. Предложен и продемонстрирован метод получения знакопеременных по напряженности электрического поля последовательностей ультракоротких импульсов.

Достоверность результатов

Предложенные соискателем методы генерации последовательности идентичных фемтосекундных импульсов в достаточной мере обоснованы. Результаты диссертационного исследования использованы на практике при выполнении ряда НИР, что подтверждено актом использования результатов диссертационной работы.

Достоверность полученных результатов подтверждается рядом публикаций в ведущих рецензируемых изданиях, в том числе индексируемых в реферативных базах Scopus и Web of Science Core Collection.

Полнота опубликования результатов работы

В печатных работах, опубликованных соискателем, в полной мере отражены основные положения и результаты диссертационного исследования.

Автором опубликовано 43 печатных работы, в их числе 16 по результатам диссертационного исследования. Из них работ, опубликованных согласно перечню российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК РФ) – 6, из них работ в научных журналах, индексируемых базами Scopus и Web of Science – 4, а также в материалах конференции, индексируемой базами Scopus и Web of Science – 3. Автором получены 2 патента Российской Федерации на изобретение и 2 патента на полезную модель.

Теоретическая и практическая значимость работы

Практическая значимость предложенной схемы управления сдвигом частотной гребенки с помощью интерферометра Майкельсона заключается в возможности её распространения на лазеры с самосинхронизацией мод nano- и пикосекундного диапазонов.

Кроме того, предложенный в работе метод получения последовательностей идентичных фемтосекундных импульсов с возможностью управления разностью фаз между огибающей и несущей имеет практическую значимость для ряда приложений нелинейной оптики, таких, как генерация аттосекундных импульсов и когерентное сложение импульсов.

Также описанные результаты исследований генерации последовательности фемтосекундных импульсов без сдвига частотной гребенки позволяют снизить погрешность при измерении длин интерферометрическими методами с помощью установок на основе фемтосекундных лазеров за счет совпадения максимумов огибающей и полосы интерференционной картины.

Замечания по диссертационной работе

1. В тексте диссертации не указана погрешность измерения частоты смещения фемтосекундной гребенки с помощью интерферометра Майкельсона.

2. В четвертой и пятой главах диссертации приведено экспериментальное подтверждение селекции импульсов

фемтосекундного лазера, но не приведено экспериментальное подтверждение сохранения и скольжения разности фаз несущей и огибающей у полученных импульсов.

3. В работе приводятся различные варианты стабилизации частот фемтосекундного лазера, однако, не приводятся ширины полос обработки фазо-частотных возмущений.

4. В тексте диссертации имеются ряд грамматических ошибок и опусок.

Однако указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Диссертационная работа представляет собой завершенное научное исследование. Результаты диссертации достоверны, обоснованы и опубликованы в печатных работах. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Диссертация соответствует требованиям, установленным в пп. 9 – 14 Положения «О присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Головин Николай Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Официальный оппонент

старший научный сотрудник
лаборатории оптических часов 1.1
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института лазерной физики
Сибирского отделения Российской академии наук,
кандидат физико-математических наук
по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.
630090, Россия, г. Новосибирск,
просп. Акад. Лаврентьева 15Б,
т. +7 (913) 009-00-56
e-mail: n.koliada@mail.ru

Коляда Наталья Александровна
07.12.2022 г.

Подпись
удостоверяю

Вед. учен.

отзывом от 12.12.2022

А. Сенин

Зулямова

с отзывом от 12.12.2022. Толк. Рогович ИИ.