

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.063.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«ИНСТИТУТА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 сентября 2022 г. № 174.

О присуждении Понариной Марии Владимировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Пассивная синхронизация мод со сверхвысокой частотой повторения импульсов в твердотельных волноводных лазерах с использованием графена», по специальности 01.04.21 – Лазерная физика по физико-математическим наукам принята к защите 27 июня 2022 года (протокол заседания № 173) диссертационным советом Д 002.063.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (119991 Москва, ул. Вавилова, 38, совет создан приказом Рособрнадзора № 2048-1308 от 19 октября 2007 г.).

Соискательница Понарина Мария Владимировна 1993 года рождения. В 2017 г. соискательница окончила магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ).

В 2021 году соискательница окончила аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН» по специальности 01.04.21 - Лазерная физика.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2022 году Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН).

В настоящее время работает в отделе мощных лазеров ИОФ РАН в должности исполняющего обязанности научного сотрудника.

Диссертация выполнена в лаборатории Лазерной спектроскопии Отдела колебаний Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН).

Научный руководитель – Образцов Петр Александрович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории Лазерной спектроскопии Отдела колебаний ИОФ РАН;

Официальные оппоненты:

Стариков Ростислав Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор Отделения лазерных и плазменных технологий офиса образовательных программ Института лазерных и плазменных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,

Морозов Вячеслав Борисович, кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский университет ИТМО» в своем положительном заключении, подписанном Макаровым Сергеем Владимировичем, доктором физико-математических наук, профессором, деканом факультета фотоники, главным научным сотрудником физического факультета, руководителем лаборатории гибридной нанофотоники и оптоэлектроники, и утвержденном Ректором Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского университета ИТМО», доктором технических наук, профессором Васильевым Владимиром Николаевичем, указала, что диссертация Понариной Марии Владимировны «Пассивная синхронизация мод со сверхвысокой частотой повторения импульсов в твердотельных волноводных лазерах с использованием графена», являясь законченным научным исследованием, полностью удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Понарина Мария Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21-Лазерная физика.

В отзыве указаны четыре замечания:

Формальные:

1. Работа не лишена опечаток (пунктуация, пропущенные скобки и т.д.), местами затрудняющих восприятие материала.
2. Не ко всем формулам приведены используемые расшифровки обозначений.
3. Некоторые физические величины обозначены одинаковыми буквами. Например, τ используется как для длительности импульса, так и для времени жизни на верхнем состоянии.

По существу:

1. Продемонстрированы режимы работы созданных лазеров до 10 ГГц на определенных длинах волн и длительностях импульсов. Однако было бы крайне полезно дать рекомендации по возможному дальнейшему

улучшению достигнутых параметров или пояснить фундаментальные ограничения, не позволившие достичь этого.

Соискатель имеет 22 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 8 работы.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **М.В. Понарина**, А.Г. Охримчук, М.Г. Рыбин, В.В. Букин, П.А. Образцов, «Волноводный Тm: YAP лазер с частотой повторения импульсов 8 ГГц,» Краткие сообщения по физике ФИАН, 49(7), 50-59 (2022).
2. **M. Ponarina**, A. Okhrimchuk, T. Dolmatov, M. Rybin, E. Obraztsova, V. Bukin and P. Obraztsov, "Intracavity losses effect on mode-locking in a waveguide laser with graphene saturable absorber," *Laser Phys. Lett.* **19(1)**, 015001 (2022).
3. **M. Ponarina**, A. Okhrimchuk, G. Alagashev, G. Orlova, T. Dolmatov, M. Rybin, E. Obraztsova, V. Bukin, and P. Obraztsov, "Wavelength-switchable 9.5 GHz graphene mode-locked waveguide laser," *Appl. Phys. Express* **14(7)**, 072001 (2021).
4. **М.В. Понарина**, А.Г. Охримчук, М.Г. Рыбин, Е.Д. Образцова, Т.В. Долматов, В.В. Букин, П.А. Образцов, «Одно- и двухволновая генерация пикосекундных импульсов с частотой повторения 9.5 ГГц в волноводном Nd:YAG лазере,» СПЕЦВЫПУСК «ФОТОН-ЭКСПРЕСС-НАУКА 2021» **6**, 142 (2021).
5. **M. V. Ponarina**, A. G. Okhrimchuk, M. G. Rybin, T. V. Dolmatov, V. V. Bukin, and P. A. Obraztsov, "Switching between single- and dual-wavelength mode-locking in waveguide Nd:YAG laser with graphene saturable absorber," in *2020 International Conference Laser Optics (ICLO)* (2020), p. 1.
6. **M. V. Ponarina**, A. G. Okhrimchuk, M. G. Rybin, M. P. Smayev, E. D. Obraztsova, A. V Smirnov, I. V Zhlyuktova, V. A. Kamynin, T. V Dolmatov, V. V Bukin, and P. A. Obraztsov, "Dual-wavelength generation of picosecond

pulses with 9.8 GHz repetition rate in Nd: YAG waveguide laser with graphene," *Quantum Electron.* **49(4)**, 365–370 (2019).

7. **M. V. Ponarina**, A. G. Okhrimchuk, M. G. Rybin, and P. A. Obraztsov, "GHz Repetition Rate of Picosecond Pulses in a Nd:YAG Waveguide Laser," *Bull. Lebedev Phys. Inst.* **46(3)**, 100–103 (2019).
8. **M. Ponarina**, A. Okhrimchuk, M. Smayev, and P. Obraztsov, "Dual-Wavelength Mode-Locking of Waveguide Nd:YAG Laser with Graphene," in *2019 Conference on Lasers and Electro-Optics Europe European Quantum Electronics Conference (CLEO/Europe-EQEC)* (2019), p. 1.

На автореферат диссертации поступил один отзыв:

1. Из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева», подписал отзыв заведующий кафедрой лазерной физики и технологии, доцент, кандидат физико-математических наук Солохин Сергей Александрович. Отзыв положительный, содержит три замечания: 1) в работе отсутствует обоснование выбора типа используемых волноводных структур, а так же оценка его влияния на эффективность лазерной генерации; 2) отсутствуют данные о практическом внедрении результатов диссертационных исследований; 3) не представлен материал о повышении стабильности режима пассивной синхронизации мод волноводного Nd^{YAG} лазера (согласно п.1 стр.6 задач диссертационной работы).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации широко известны своими достижениями в соответствующей области науки и способны оценить научную и практическую значимость рассматриваемой в диссертации проблемы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

созданы твердотельные пикосекундные лазеры с частотой повторения импульсов 9.5 и 9.8 ГГц, работающие на длинах волн 1061 и 1064 нм, на основе волноводных структур в кристалле Nd: YAG и графена;

достигнута средняя мощность усиленного сигнала 530 мВт при использовании волноводного Nd: YAG лазера с частотой повторения импульсов 9.8 ГГц в качестве задающего генератора для волоконного иттербиевого усилителя;

показана возможность одновременной двухволновой генерации в волноводном лазере в режиме пассивной синхронизации мод с использованием одного насыщающегося поглотителя на основе графена;

получен режим синхронизации мод на длине волны 1064 нм в волноводном Nd: YAG лазере без осуществления контроля параметров накачки и дополнительных фильтрующих элементов;

продемонстрирована применимость подхода, основанного на использовании волноводных структур и насыщающегося поглотителя на основе графена, для различных твердотельных активных сред. На основе волновода в кристалле Tm: YAP и графена создан твердотельный лазер с частотой повторения импульсов 8 ГГц, работающий в диапазоне длин волн 1925-1950 нм.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

продемонстрировано влияние внутрирезонаторного интерферометра, образованного непросветленным торцом кристалла и выходным зеркалом, на параметры генерации в волноводных лазерах с гигагерцовой частотой повторения импульсов;

приведен расчет параметров внутрирезонаторного интерферометра в волноводном Nd: YAG лазере с насыщающимся поглотителем на основе графена и построена зависимость частоты повторения импульсов от длины интерферометра (величины воздушного зазора между непросветленным торцом кристалла и выходным зеркалом) с учетом распределения продольных мод на длинах волн 1061 и 1064 нм;

обнаружена возможность управления потерями и дисперсией в волноводном лазере с насыщающимся поглотителем на основе графена за счет настройки внутрирезонаторного интерферометра, что позволяет перестраивать длину волны и частоту повторения импульсов, соответственно;

проведена оценка эффективности поглощенного излучения оптической накачки разработанных волноводных Nd: YAG и Tm: YAP лазеров.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

используя предложенный подход, основанный на использовании волноводных структур внутри активных сред и насыщающегося поглотителя на основе графена, можно создавать компактные лазеры с частотой повторения импульсов более 1 ГГц, оптический спектр излучения которых представляет собой набор эквидистантных линий;

разработанные волноводные лазеры, работающие в режиме пассивной синхронизации мод, с частотой повторения импульсов более 1 ГГц могут использоваться в качестве высокочастотных генераторов с перестраиваемой частотой;

волноводные Nd: YAG лазеры с частотой повторения импульсов 9.5 и 9.8 ГГц в режиме одновременной двухволновой генерации могут использоваться для генерации терагерцового излучения на разностной частоте между длинами волн 1061 и 1064 нм;

разработанные волноводные лазеры, работающие в режиме пассивной синхронизации мод, с частотой повторения импульсов более 1 ГГц могут использоваться для разработки задающих генераторов на основе различных активных сред для волоконно-оптических систем.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

Достоверность полученных данных обеспечивается высоким уровнем использованного экспериментального оборудования; применением современных теоретических представлений и методов обработки при анализе данных; сравнением полученных результатов с имеющимися литературными

данными; воспроизводимостью результатов; публикацией материалов исследования в высокорейтинговых научных журналах и докладами на всероссийских и международных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в:

участии в постановке задач и определении способов их решения; проведении экспериментов; обработке, анализе и интерпретации полученных данных; написании работ и апробации материала.

На заседании 12 сентября 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Понариной М.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за «19», против «0», недействительных бюллетеней «0».

Председатель диссертационного совета
член-корреспондент РАН



С.В. Гарнов

Ученый секретарь диссертационного совета
канд. физ.-мат. наук

А.А. Ушаков

14 сентября 2022 г.