

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА,  
кандидата физико-математических наук Яковина Михаила Дмитриевича  
на диссертацию Юдина Николая Николаевича  
«Оптический пробой монокристалла  $ZnGeP_2$  и генерация ИК, ТГц излучения при  
воздействии импульсным лазерным излучением с длиной волны  $\sim 2,1$  мкм»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.3.19 — Лазерная физика.

**Актуальность исследования.** Работа Юдина Н.Н. посвящена вопросу, связанному с физическими явлениями происходящими в процессе оптического пробоя кристаллов  $ZnGeP_2$ . Данные исследования представляют значительный интерес для повышения эффективности и надежности работы параметрических генераторов света и генераторов разностной частоты на базе данного кристалла способных генерировать ИК и ТГц излучение. Длительность таких явлений, происходящих в процессе формирования пробойного трека, составляет доли секунды, что делает их регистрацию крайне трудоемким процессом. Однако в диссертации Юдина Н.Н. для их изучения впервые был использован метод цифровой голографии, что позволило получить значительный объем экспериментальной информации. Актуальность результатов, представленных в диссертации, обусловлена получением новых фундаментальных знаний о процессах происходящих в процессе оптического пробоя кристалла  $ZnGeP_2$ .

**Структура работы.** Материалы диссертации хорошо структурированы, текст написан профессиональным языком. Первая глава представляет собой обзор литературы. Вторая глава посвящена исследованиям по визуализации объемных дефектов  $ZnGeP_2$  теневым оптическим методом и методом цифровой голографии, а также визуализации процесса оптического пробоя методом цифровой голографии. В третьей главе представлены результаты экспериментов по параметрической генерации излучения в диапазоне длин волн 3.6-5 мкм при однопроходной схеме накачки кристалла  $ZnGeP_2$  излучением  $Ho:YAG$  лазера на длине волны 2,1 мкм. В четвертой главе представлены результаты по генерации ТГц излучения при двухчастотной накачке кристалла  $ZnGeP_2$  в области максимальной прозрачности кристалла.

**Научная новизна** работы связана с получением экспериментальных результатов, подтверждающих тепловую природу оптического пробоя монокристалла  $ZnGeP_2$  при воздействии импульсного излучения с наносекундной длительностью на длине волны 2,1 мкм. Помимо этого, продемонстрирована возможность применения метода цифровой голографии для визуализации динамических процессов в объеме оптических материалов

**Достоверность** полученных результатов подтверждается использованием стандартных методик измерений и воспроизводимостью результатов.

**Практическая ценность** полученных результатов заключается в значительном увеличении эксплуатационных характеристик отечественных нелинейных кристаллов  $ZnGeP_2$

**Научная ценность** обусловлена выдвиганием гипотезы об участии свободных носителей заряда, генерируемых в процессе локального разогрева объема кристалла  $ZnGeP_2$  до температуры выше температуры плавления в процессе оптического пробоя, в люминесценции в объеме кристалла.

**Публикации.** По результатам работы опубликовано 16 статей (в соавторстве) в рецензируемых журналах, индексируемых БД Scopus и входящих в перечень ВАК.

**Недостатки работы и замечания.**

- 1) В исследованиях по визуализации оптического пробоя методом цифровой голографии использовалась ПЗС матрица с частотой следования кадров порядка 10 Гц, в то время как исследовались процессы происходящие с частотой следования импульсов 10 кГц. В связи с чем полученные данные имеют значительный элемент усреднения (на один кадр приходится 1000 импульсов лазерного излучения). Хотелось бы увидеть результаты визуализации процесса пробоя в привязке к отдельному импульсу, тем более что современное ПЗС матрицы вполне позволяют достигать частоту регистрации кадров несколько кГц. Это бы позволило получить более объективную и полную информацию о процессах, происходящих в момент оптического пробоя кристалла.
- 2) В тексте диссертации встречаются опечатки и стилистические ошибки.

Несмотря на отмеченные замечания, диссертационная работа «Оптический пробой монокристалла  $ZnGeP_2$  и генерация ИК, ТГц излучения при воздействии импульсным лазерным излучением с длиной волны  $\sim 2,1$  мкм» соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а её автор, Юдин Николай Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 — Лазерная физика.

Официальный оппонент:

Научный сотрудник лаборатории нелинейной фотоники  
Федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования

Новосибирский национальный исследовательский

Государственный университет,

(630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 1,

+7 (383) 363-42-80, rector@nsu.ru),

Кандидат физико-математических наук (01.04.05 – Оптика),



Яковин Михаил Дмитриевич

8.10.2022

Подпись М.В. Яковина удостоверяю

Ученый секретарь НГУ,

к. х. н.


