

## Однорезонаторный параметрический генератор света на базе монокристалла ZGP с прямой накачкой излучением Tm:YLF-лазера\*

И.Д. Еранов<sup>1,3</sup>, Н.Н. Юдин<sup>1,2,4</sup>, О.Л. Антипов<sup>3</sup>, Е.С. Слюнько<sup>1,2</sup>,  
М.М. Зиновьев<sup>1,2,4</sup>, В.С. Кузнецов<sup>1,2</sup>, Д.В. Власов<sup>1</sup>, М.М. Кулеш<sup>1</sup>,  
С.Н. Подзывалов<sup>1,2</sup>, А.Б. Лысенко<sup>1,2</sup>, А.Ю. Кальсин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup> ООО «Лаборатория оптических кристаллов», г. Томск, Россия

<sup>3</sup> Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия

<sup>4</sup> Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Россия

Представлены результаты исследования параметрического генератора света на базе монокристалла ZGP, работающего при прямой накачке импульсно-периодическим излучением Tm:YLF-лазера ( $\lambda = 1.908$  мкм). Описана конструкция однорезонаторной схемы и получены энергетические характеристики генерации в диапазоне 3.2–4.6 мкм. Максимальная средняя мощность генерации составила  $\sim 650$  мВт при КПД  $\sim 8.2\%$ .

**Ключевые слова:** параметрический генератор, ZGP, средний ИК-диапазон, Tm:YLF-лазер, нелинейная оптика.

### Введение

Импульсно-периодические источники мощного когерентного излучения среднего ИК-диапазона, с дискретным набором длин волн и/или плавной перестройкой по спектральному диапазону, имеют целый ряд применений во многих областях, таких как обработка материалов (стекол, керамики и полупроводников) с помощью технологий термораскола и скрайбирования [1]; зондирование атмосферы, дистанционное определение состава веществ и экологический мониторинг [2–4]; медицина, включая диагностику заболеваний с помощью газоанализа и резонансную абляцию биологических тканей [5, 6].

Наиболее мощные параметрические генераторы света (ПГС) в диапазоне длин волн 3–5 мкм со средней мощностью излучения более 100 Вт или энергией в импульсе более 200 мДж при длительности импульсов 15–30 нс и частоте их следования в диапазоне 100 Гц – 100 кГц созданы на основе монокристалла ZnGeP<sub>2</sub> [7–10]. Эти ПГС накачивались излучением импульсно-периодических лазеров на кристаллах, активированных ионами Ho<sup>3+</sup>: Ho<sup>3+</sup>:YAG или Ho<sup>3+</sup>:YLF на длине волны 2091 или 2053 нм соответственно [8–10]. Лазеры на кристаллах Ho<sup>3+</sup>:YAG или Ho<sup>3+</sup>:YLF накачиваются, в свою очередь, излучением тулитовых волоконных лазеров или лазеров на кристаллах Tm:YLF [11, 12]. Такие каскадные лазерные системы довольно сложны и громоздки, чтобы быть оптимальным выбором для компактной конструкции излучателей среднего ИК-диапазона на основе ПГС. Более того, общая оптическая эффективность от диодов накачки до излучения среднего ИК-диапазона снижается из-за потерь при передаче энергии от  $\sim 1.9$  мкм Tm-лазеров до  $\sim 2$  мкм Ho-лазеров. К сожалению, поглощение в монокристалле ZGP в области длин волн короче 2 мкм, связанное с наличием дефектов и примесей [7], затрудняет использование лазерного излучения этих длин волн, в частности лазеров на кристаллах и керамике, активированных ионами Tm<sup>3+</sup>, для накачки ПГС на кристаллах ZGP. В последние годы в связи с улучшением оптического качества кристаллов ZGP удалось осуществить накачку ПГС на этих кристаллах с помощью лазерного излучения на длине волны короче 2 мкм [13–15]. В частности, сообщалось о реализации ПГС на ZGP с накачкой излучением импульсно-периодического Tm:YLF-лазера на длине волны 1908 нм с диодной накачкой [16].

Цель настоящей работы – определение энергетических характеристик излучения ПГС на базе отечественного нелинейного кристалла ZnGeP<sub>2</sub> в спектральном диапазоне 3–5 мкм при накачке излучением Tm:YLF-лазера с длиной волны 1.908 мкм.

\* Данное исследование было поддержано Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (бюджетные средства ИОА СО РАН).