

Случайная непрерывная генерация каскадного ВКР-лазера в градиентном световоде с многомодовой диодной накачкой

Е.А. Евменова¹, С.И. Каблуков^{1,2,*}, А.Г. Кузнецов¹, И.Н. Немов¹,
А.А. Вольф^{1,2}, А.В. Достовалов^{1,2}, С.А. Бабин^{1,2}

¹ Институт автоматизи́ки и электрометрии СО РАН

² Новосибирский государственный университет

*E-mail: kab@iae.nsk.su

DOI:10.31868/RFL2018.76-77

Волоконные ВКР-лазеры со случайной распределённой обратной связью (СРОС) на рэлеевском рассеянии были открыты относительно недавно и благодаря простоте конструкции привлекли к себе внимание большого количества исследователей [1]. В случае каскадной ВКР-генерации в лазерах со СРОС эффективность оказывается выше, чем в ВКР-лазерах с вложенными резонаторами на волоконных брэгговских решётках (ВБР) [2]. Увеличение эффективности объясняется специфическим распределением генерируемого излучения и отсутствием потерь на зеркалах, так как широкополосное кольцевое зеркало и рэлеевская обратная связь обеспечивают генерацию промежуточных и выходного стоксовых порядков в отсутствие ВБР. Значительный интерес также вызывают мощные ВКР-лазеры работающие на многомодовых световодах с градиентным профилем показателя преломления [3]. Специфика таких световодов позволяет, с одной стороны, эффективно заводить в них излучение многомодовых (ММ) лазерных диодов (ЛД), а с другой стороны генерировать стоксово излучение с высоким качеством пучка. Так при использовании градиентных световодов с диаметром сердцевины 100 мкм получено более 60 Вт стоксова излучения на длине волны 954 нм с качеством пучка $M^2 \sim 3.2$ в полностью волоконной конфигурации генерации ВКР-излучения с заведением излучения накачки ММ ЛД (915 нм) через волоконный объединитель накачек [3]. В ВКР-лазере с более мощными ЛД с высокой яркостью получено 154 Вт излучения на длине волны 1020 нм с качеством пучка $M^2 \sim 8$, но в резонаторе с использованием объёмных элементов [4]. Стоит отметить, что, с одной стороны, мощность генерации в таких лазерах зачастую ограничена появлением случайной генерации стоксова излучения 2-го порядка, а, с другой стороны, ВКР-генерация 1-го порядка со СРОС при накачке многомодовыми диодами была ограничена уровнем мощности до 1 Вт. В представляемой работе мы использовали конфигурацию полукрытого резонатора [1,2] для генерации второй стоксовой компоненты, в которой с одной стороны лазера установлена ВБР для селекции генерируемой длины волны, а слабая СРОС на рэлеевском рассеянии возникает на всём протяжении световода. Благодаря высокой мощности и качеству пучка излучения, генерируемого в ВКР-лазере с линейным резонатором для первой стоксовой компоненты, удаётся получить высокую мощность в лазере со СРОС, генерирующем на второй стоксовой компоненте.

Схема эксперимента аналогична, описанной в [5] (Рис. 1). В качестве активной среды лазера использовался градиентный световод длиной 1.1 км с диаметром сердцевины 100 мкм. При этом на выход волоконного объединителя накачек перед резонатором волоконного ВКР-лазера на первую стоксову компоненту с волоконными зеркалами ВБР_{c1} (плотная ВБР записана УФ

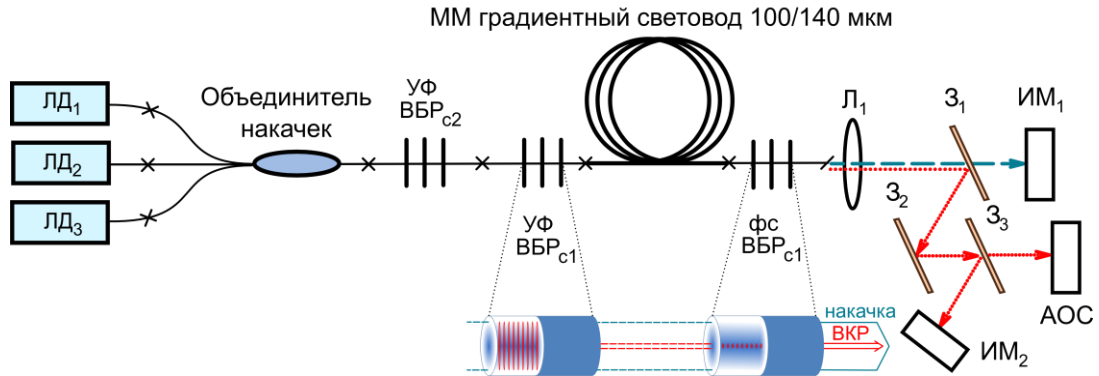


Рис. 1. Схема каскадного ВКР-лазера со СРОС для второй стоксовой компоненты.

излучением, а выходная - фемтосекундным ИК излучением) устанавливалась дополнительная ВБР_{с2} (УФ) на длину волны второй стоксовой компоненты для создания ВКР-лазера со СРОС с полуоткрытым резонатором. Длина волны ВБР_{с2} лазера со СРОС варьировалась в пределах от 978 до 996 нм, а стоксов сдвиг от 300 до 486 см⁻¹ соответственно. Длина волны 978 нм перспективна для накачки твердотельных лазеров, на ней получена выходная мощность ~17 Вт. В максимуме ВКР-усиления (996 нм) мощность второй стоксовой компоненты составила 27 Вт. Качество пучка ВКР-лазера на брэгговских решётках для первой стоксовой компоненты было относительно высоким $M^2 \sim 2.3$ в сравнении с качеством пучка многомодовой диодной накачки ($M^2 > 30$), измеренном на выходе объединителя накачек, а при генерации второй стоксовой компоненты в лазере со СРОС качество ещё улучшалось - до $M^2 \sim 1.6$.

В докладе будут описаны результаты экспериментов и проведено сравнение генерации второй стоксовой компоненты в ВКР-лазерах с линейным резонатором на двух ВБР и с полуоткрытым резонатором со СРОС.

Исследования поддержаны Российским научным фондом (проект № 14-22-00118).

Литература

- [1] S.K. Turitsyn et al. *Phys. Rep.*, **542**, 133-193 (2014).
- [2] S.A. Babin et al. *Sci. Rep.*, **6**, 22625 (2016).
- [3] S.A. Babin et al. *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **24**, 1400310 (2018).
- [4] Y. Glick et al. *Appl. Opt.* **56**, B97-B102 (2017).
- [5] E.A. Evmenova et al. *Laser Phys. Lett.* **15**, 095101 (2018)