

Узкополосный (менее 10 МГц) мощный 20 Вт волоконный непрерывный лазер на 1310 нм, основанный на ВКР усилении одночастотного сигнала полупроводникового DFB задающего лазера

А.А. Сурин^{1,*}, Н.Д. Магницкий^{1,2}, М.А. Черников¹

¹ НТО “ИРЭ-Полус”, Фрязино, Россия

² Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет),
Москва, Россия

*E-mail: aSurin@ntoire-polus.ru

DOI:10.31868/RFL.2024.64-65

Лазерные источники непрерывного излучения (ИК и видимого диапазона), обладающие узкой спектральной линией ($\ll 1$ ГГц), применяются во многих областях деятельности, например: в голографии, телекоммуникациях, спектроскопии, детектировании различных газов, квантовых вычислениях, в том числе, непрерывные источники мощного (> 10 Вт) линейно поляризованного узкополосного излучения ИК-диапазона интересны в качестве накачки для генерации одночастотного видимого излучения в кристаллах с периодической доменной структурой [1]. Данная работа была посвящена созданию непрерывного одночастотного лазера на длину волны 1310 нм мощностью до 20 Вт для использования в дальнейшем его излучения в качестве накачки для генерации гармоник и получения одночастотного излучения в красном и синем диапазонах длин волн.

Для создания мощного лазерного источника с узкой спектральной линией, на практике часто применяется так называемая МОРА (Master Oscillator Power Amplifier) схема: усиление сигнала одночастотного задающего лазера в нескольких каскадах усилителей. В случае с волоконными лазерами, как правило, в роли одночастотного задающего лазера выступает полупроводниковый DFB лазер, а усиление происходит в нескольких каскадах волоконных усилителей, которые оптически «развязаны» оптическими изоляторами [2]. Однако для усиления сигнального излучения на длинах волн из диапазона 1100-1500 нм уже нет подходящей активной среды для создания усилителя на основе активного волокна, и в таких случаях используют волоконные ВКР усилители [3] – лазерные усилители, основанные на эффекте вынужденного комбинационного рассеяния. Как правило, для волоконных ВКР усилителей требуются длинные отрезки пассивного волокна, что с одной стороны повышает эффективность ВКР-усиления, но в то же время увеличение длины понижает порог возникновения ВРМБ (вынужденного рассеяния Мандельштама-Брюллиэна), ограничивающего выходную мощность.

Повышать порог возникновения ВРМБ пытаются разными способами, например: создавая температурный градиент вдоль волокна [4] или же используя неоднородное по длине волокно [5]. Отдельно стоит выделить способ, который значительно проще упомянутых. Так, было показано, что повысить порог возникновения ВРМБ можно, используя разные типы волокна в ВКР усилителе [6].

В данной работе в качестве задающего источника использовался полупроводниковый DFB лазер LDS-1310-DFB-1.25G-15-80-T-2-SMP13-FA-CW-

1.0 производства компании ООО «Лазерском», усиление которого происходило в двух волоконных ВКР усилителях, развязанных изолятором (на рис. 1 изображена схема обоих каскадов усилителя). Весь оптический тракт был собран на волокне, поддерживающем поляризацию. Для накачки обоих ВКР усилителей был использован волоконный непрерывный линейно поляризованный ВКР-лазер RLM-1246-80 производства НТО «ИРЭ-Полюс» с длиной волны 1246 нм с выходной мощностью до 80 Вт и спектральной шириной линии 0,25 нм (FWHM). Сигнальное излучение на длине волны 1310 нм и излучение накачки на длине волны 1246 нм объединяются, а затем разделяются с помощью волоконных объединителей WDM (Wave Division Multiplexor). Наружу усиленное сигнальное излучение выводилось с помощью коллиматора с просветлённой оптикой.

В первом усилителе излучение задающего полупроводникового DFB лазера мощностью 30 мВт было усилено до 3 Вт в петле фосфатного волокна типа панды длиной 200 м. Второй усилитель представлял собой двусоставный усилитель на основе германатного и фосфатного волокон, поддерживающих поляризацию, для повышения порога ВРМБ – что по мнению авторов реализовано впервые. Общая длина волокна во втором каскаде составила 100 м.

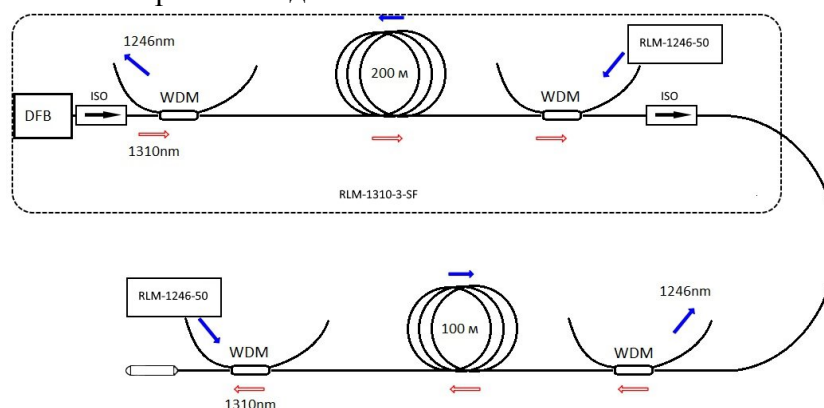


Рис. 1. Оптическая схема волоконного ВКР усилителя на 1310 нм.

Во втором каскаде удалось добиться усиления сигнала на длине волны 1310 нм до 20 Вт с эффективностью усиления во втором каскаде до 22%. Ватт-ваттная характеристика этого усиления представлена на рис. 2.

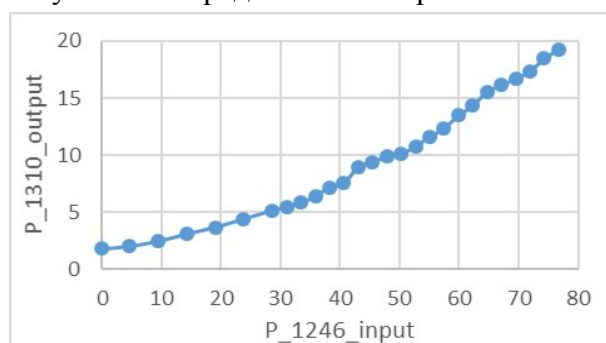


Рис. 2. Ватт-Ваттная характеристика ВКР усиления излучения на длине волны 1310 нм.

Литература

- [1] A. A. Surin, S. V. Larin, T. E. Borisenko et al, Quantum Electron., **46:12**, 1097–1101 (2016)
- [2] V. Gapontsev, A. Avdokhin et al, Proc. SPIE 8964 (2014)
- [3] Y. Feng, L.R. Taylor, D.B. Calia, Opt. Express **15** 10927 (2008)
- [4] Y. Imai, N. Shimada, IEEE **11** (1993)
- [5] A. Liu, Opt. Express **3** 977 (2007)
- [6] M. Chen, A. Shirakawa et al, Opt. Express **19** 21044 (2012)