

Кольцевое зеркало с ВБР для стабилизации диапазона сканирования в волоконном лазере с самосканированием частоты

А.Ю. Ткаченко^{1,*}, И.А. Лобач^{1,2}, Е.В. Подвилов^{1,2}, С.И. Каблуков^{1,2}

¹ Институт автоматизации и электрометрии СО РАН

² Новосибирский государственный университет

*E-mail: alinka.tkachenko@yandex.ru

DOI:10.31868/RFL2018.126-127

Перестраиваемые лазеры широко применяются в различных областях науки и техники. В большинстве случаев перестройка длины волны осуществляется с помощью спектральных перестраиваемых элементов и драйверов, что существенно усложняет конструкцию лазера. Ранее было показано, что существует класс волоконных лазеров, с самосканированием частоты, в которых перестройка частоты генерации происходит без использования специальных перестраиваемых элементов. Эффект самоиндуцированного сканирования (или для простоты самосканирования) частоты основан на формировании динамических решеток коэффициента усиления и показателя преломления в процессе сканирования [1]. Достаточно простая схема таких лазеров позволяют им конкурировать с другими перестраиваемыми источниками в ряде приложений.

Одной из ключевых характеристик как перестраиваемых, так и самосканирующих лазеров является диапазон сканирования, который определяется как абсолютная разность между максимальным и минимальным значением длины волны в процессе сканирования. Для практических применений лазеров важны как ширина, так и стабильность границ диапазона перестройки. Однако из-за неконтролируемого характера процесса сканирования диапазон может иметь непостоянные границы. В работе [2] для стабилизации границ диапазона сканирования предлагается использовать в качестве выходного зеркала лазера отражатель Майкельсона на основе волоконной брэгговской решетки (ВБР) и скола волокна. В зависимости от длины волны отражения ВБР происходит стабилизация верхней или нижней границы сканирования. При этом коэффициент отражения ВБР должен составлять порядка $\sim 0.1\%$. Для создания слабого отражения с использованием стандартных ВБР в работе использовался волоконный ослабитель, что увеличивает потери выходного сигнала. Для решения данной проблемы в данной работе для стабилизации верхней границы сканирования предлагается использовать селективное плотное зеркало. Такое зеркало может быть получено с помощью дробления ВБР в волоконное кольцевое зеркало [3].



Рис.1. Схема волоконного самосканирующего лазера с селективным плотным зеркалом.

В работе использовался волоконный самосканирующий иттербиевый лазер, представленный на Рис.1. Схема была изготовлена из компонент на основе воло-

кон с сохранением поляризации. В качестве активной среды было выбрано иттербиевое волокно с двойной оболочкой длиной 3 метра. Накачка осуществлялась лазерным диодом с длиной волны ~ 970 нм и рабочей мощностью 2 Вт через объединитель накачки. Резонатор лазера был образован широкополосными высокоотражающим кольцевым зеркалом на основе волоконного разветвителя 50/50 с одной стороны и выходным отражателем на основе скола волокна с другой. Для стабилизации верхней границы в кольцевое зеркало была помещена ВБР на длине волны отражения 1080.7 нм с коэффициентом отражения 34%. В отсутствие ВБР лазер сканирует в диапазоне от 1058 до 1081 нм (Рис.2а). В ходе эксперимента проводились длительные (более 10 минут) измерения временной динамики длины волны излучения самосканирующего лазера с помощью быстрого спектрографа Laser Spectrum Analyzer (Angstrom/High-Finesse) при различных условиях.

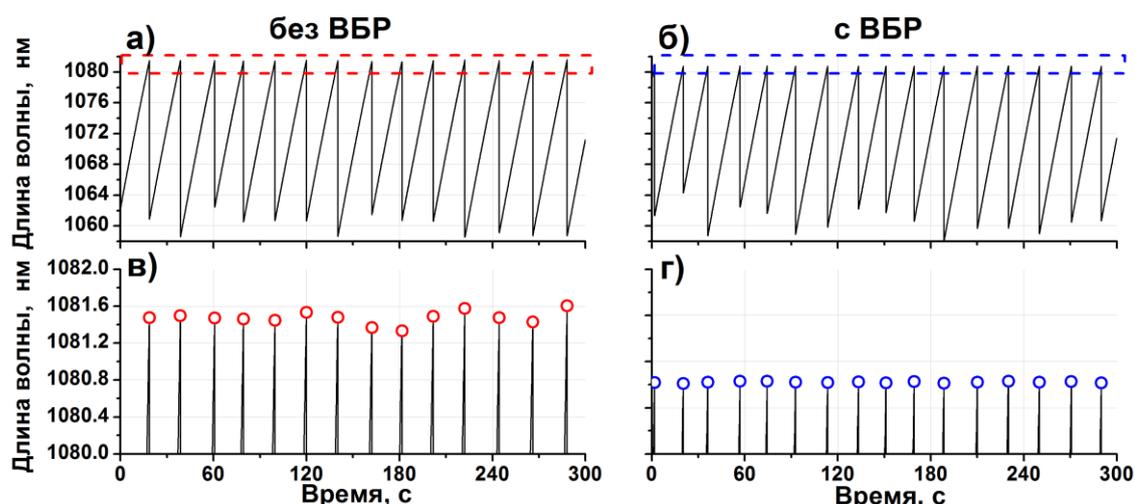


Рис.1. Временная динамика самосканирующего лазера без ВБР (слева) и с ВБР (справа) в крупном (сверху) и мелком (снизу) масштабах.

Можно отметить, что в отсутствие селектора в кольцевом зеркале верхняя граница сканирования имеет флуктуации порядка 100 пм (Рис.2в). При добавлении ВБР флуктуации верхней границы уменьшаются до 7 пм (Рис.2б,г). Такое поведение можно связать с добавлением спектрально-селективных потерь в резонатор, что приводит к инициации нового периода сканирования и, как следствие, к стабилизации конечной длины волны. В докладе будут рассмотрены вопросы влияния характеристик ВБР на стабильность верхней границы сканирования, а также представлено модельное объяснение механизма стабилизации.

Экспериментальное исследование Ткаченко А.Ю. выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00563.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИАиЭ СО РАН (№0319-2018-0004).

Литература

- [1] I.A. Lobach, et al, *Laser Phys. Lett.* **11**, 1-6, (2014)
- [2] A.Yu. Tkachenko, et al, *Opt. Lett.* **43**, 1558-1561, (2018)
- [3] X. Shu, et al, *J. Opt. Soc. Am. B*, **19**, 2770-2780, (2002)