

## ИЗЛУЧАТЕЛЬ ПОВЫШЕННОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЯРКОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАТЧИКА РЕЗОНАНСНОГО ЛИДАРА

Басецкий В.Л., Зарудный А.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, пр. Ленина, каф. радиоэлектронных устройств, тел. (057) 7021-444,  
E-mail: al\_zarudniy@ukr.net

The spatially-angular and power characteristics of the dye laser with lamp pump are presented. The theoretical and experimental researches, directed to the spectral power radiance advancement are performed. The results of examinations were used for the development of transmitters functioning in a composition of resonance lidar stations.

Теоретический анализ характеристик излучателей лидаров на базе перестраиваемых лазеров на красителях с ламповой накачкой, как с широкополосным, так и с дисперсионными резонаторами показал [1], что эффективность генерации зависит от ряда параметров, таких как протяженность накачиваемой области активного элемента (АЭ), диаметра АЭ, коэффициента отражения выходного зеркала резонатора, количества и спектральной резкости внутрирезонаторных селекторов и т.д.

Целью работы являлось экспериментальное исследование макетного образца лазера на красителях с дисперсионным резонатором и сравнение полученных результатов с теоретическими оценками. В экспериментах варьировались геометрические размеры АЭ, длина резонатора, количество и спектральная резкость селекторов и коэффициент отражения выходного зеркала резонатора.

В качестве внутрирезонаторных селекторов в экспериментах использовались юстируемые интерферометры Фабри-Перо с пластинами среднего оптического качества (качество обработки  $\sim \lambda/50$  на диаметре 40 мм). Отклонение в толщине зазора по диаметру пучка излучения определялось в основном качеством юстировки зеркал. При этом настройка интерферометров осуществлялась таким образом, чтобы угол наклона на рабочей длине волны находился около 10 мрад.

Оптическая схема лазера с дисперсионным резонатором, используемая в экспериментах представлена на рис. 1. В схеме использовались различные комбинации интерферометров с разными базами. Превышение базы резонатора над длиной кюветы было постоянным во всех случаях и равнялась 85 см. Выходное зеркало и ближайший интерферометр были удалены от окон кюветы на расстояние не менее 30 см. Окна кюветы были просветлены и наклонены друг к другу и к оси резонатора на углы не менее  $0,5^\circ$  для предотвращения паразитной модуляции спектральной линии.

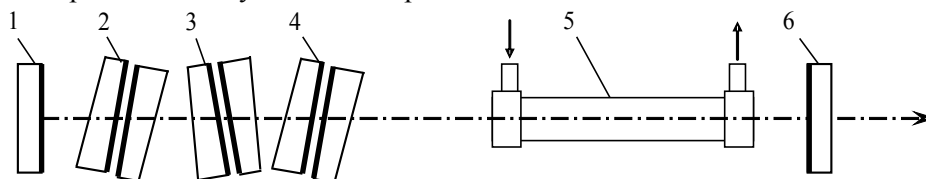


Рисунок 1 – Оптическая схема излучателя: 1,6 – зеркала резонатора; 2,3,4 – интерферометры; 5 – активный элемент

Экспериментальные исследования ряда красителей показали, что при генерации излучения вблизи максимума спектра флуоресценции устойчивая генерация на одном пике пропускания получается с базой первого предселектора около 8 мкм при резкости порядка 5-7. При этом зазор интерферометра следующей ступени селекции может быть доведен до 0,4 мм, что подтверждает теоретические оценки. Это значение было предельным для системы из двух интерферометров. Попытки использовать предселектор с большей резкостью приводили лишь к уменьшению энергии генерации. Генерация на одном пике пропускания при  $t = 0,4$  мм в этом случае была возможна лишь при тщатель-

ной взаимной юстировке предселектора и селектора.. Дальнейшее увеличение промежутка приводило к неустойчивой генерации одновременно на нескольких линиях. Опыт эксплуатации лазера с дисперсионным резонатором подобного типа в составе лидара показал, что для надежного и долговременного функционирования излучателя величина зазора второго интерферометра должна быть снижена до величин порядка 0,2-0,3мм, что совпадает с величинами зазоров внутрирезонаторных интерферометров аналогичных излучателей, используемых для резонансной локации [2,3].

Если для дальнейшего сужения спектра излучения в резонаторе использовался третий интерферометр, то при тщательной взаимной юстировке интерферометров генерация на одном пике пропускания получалась при величине зазора до 3 мм. Экспериментально получено, что в то время как соотношение баз второй и первой ступеней селекции может быть доведена до 50, кратность баз следующих ступеней не превосходило 20. Таким образом подтверждена тенденция к снижению допустимого соотношения баз каждой последующих ступеней, что связано с уменьшением предельно достижимого реального фактора резкости при увеличении зазоров интерферометров и прогрессирующим ростом суммарных потерь.

Проведены экспериментальные исследования характеристик излучения лазера с двумя и тремя внутрирезонаторными интерферометрами при изменении длины кюветы. Спектр излучения рассчитывался посредством машинной обработки регистрируемых ПЗС матрицей интерферограмм, полученных с помощью интерферометра ИСП-51 и фокусирующего объектива. Энергия излучения измерялась с помощью измерителя калориметрического типа ИКТ-1М. Выходное зеркало с коэффициентом отражения 0,3 было неизменным в течение всего эксперимента. Исследования проводились с базой юстируемого предселектора, равной 8мкм и коэффициентом отражения зеркал 0,7. База второго интерферометра, который являлся основным равнялась 0,3 мм, а коэффициент отражения пластин менялся. Наилучшие результаты по критерию максимальной эффективной энергии получены для интерферометра с коэффициентом отражения пластин  $R = 60\%$ . Экспериментально полученные значения близки к расчетным оценкам.

Исследование пространственных характеристик излучения показало, что расходимость излучения в плоскости угла наклона интерферометра в последнем случае уменьшалась более чем в полтора раза по сравнению с широкополосным резонатором, т.е. интерферометр, являясь угловым селектором колебаний вносил заметные возмущения в структуру генерируемого пучка. Резкое снижение энергии излучения свидетельствует о слабой конкуренции мод в условиях термических искажений резонатора.

Сравнение результатов измерений для вариантов с двумя и тремя внутрирезонаторными интерферометрами показало, что вариант с тремя внутрирезонаторными юстируемыми интерферометрами не обеспечивает преимущества по сравнению с вариантом резонатора, в котором используются два селектора-интерферометра, поэтому ввиду существенного упрощения процедуры настройки последний вариант более предпочтителен.

Экспериментально получены значения энергии порядка единиц Джоуля при ширине спектра излучения около единиц пикометров при ресурсе лазера до сотен тысяч вспышек.

### **Литература.**

1. В.А. Басецкий, А.А. Зарудный. Модель генерационных характеристик излучателя резонансного лидара // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2010. Вып 160. – С.124-129.
2. Гарднер Ч.С. Применение лидара на резонансной флюоресценции натрия в атмосферных исследованиях и астрономии // ТИИЭР. – 1989. – Т.77, №3. С.44-56.
3. Результаты экспериментальных исследований динамики параметров натриевого слоя / Верхоробин В.Л., Лагутин М.Ф., Зарудный А.А., Торжков В.П. // Оптика атмосферы и океана.-1993.-Т.6, №5.-С.553-558.