

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Болгарская Академия наук
Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова
Международная научно-техническая организация «Лазерная ассоциация»

ИННОВАТИКА-2020

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**XVI Международной школы-конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
23–25 апреля 2020 г.
г. Томск, Россия**

Под редакцией А.Н. Солдатов, С.Л. Минькова

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

Томск – 2020

ЛАЗЕР НА ПАРАХ БАРИЯ: ПОИСК ПРИМЕНЕНИЯ

Л.О. Фёдорова, А.Н. Солдатов, А.С. Шумейко

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
fedorova-lanochka@mail.ru, flo13.03.1999@gmail.com*

LASER BASED ON BARIUM VAPORS: SEARCH FOR APPLICATION

L.O. Fyodorova, A.N.Soldatov, A.S. Shumeiko
National Research Tomsk State University

In this paper, we present the results of a search for a barium vapor laser. The advantages over analogue lasers are shown

Keywords: metal vapor lasers, lidar systems, generation .

Лидарные системы используют для решения многих задач атмосферной оптики, в частности дистанционного зондирования параметров атмосферы, таких как температура, влажность, концентрация и размер аэрозолей того или иного рода, включая техногенные продукты. Среди различных видов загрязнений атмосферы наибольшую опасность представляют водородосодержащие, в том числе углеводороды. Лабораторные методы, в которых исследуются пробы воздуха, сегодня не устраивают, т.к. опаздывают и охватывают весьма ограниченную область пространства. Нужны дистанционные методы, позволяющие мгновенно получить параметры среды в большой области пространства. Такие методы осуществляются с помощью лазеров и лазерных систем [1], излучающих на разных длинах волн во всем оптическом диапазоне от ближайшего УФ- до средней ИК-области и работающие в непрерывном, импульсном и импульсно-периодическом режимах [2].

Для дистанционного газоанализа спектральная область излучения многоволнового лазера на самоограниченных переходах бария весьма актуальна, поскольку она совпадает, во-первых, с окном прозрачности атмосферы в диапазоне длин волн 1-5 мкм, во-вторых, с полосами поглощения целого ряда естественных и загрязняющих компонент атмосферы. Лазер на парах бария, таким образом, является перспективным устройством для различных применений в дистанционном лазерном зондировании, спектроскопии, медицине и т.д. [3].

Дистанционные методы, позволяющие получить параметры среды в режиме реального времени, в большом объеме пространства

осуществляются с помощью лазерных приборов дистанционного зондирования, называемых лидарами. Лидар представляет собой бесконтактное средство измерения параметров удаленной среды, в котором лазерное излучение направляется через атмосферу на среду, а рассеянное на частицах атмосферы излучение с этого расстояния зондирования собирается приемным телескопом и через спектроанализатор направляется на фотоприемник.

Лидар состоит из передатчика – лазерного излучателя и приемника – приемного телескопа со спектроанализатором и фотоприемником (рис. 1). Управление лидаром и обработка сигнала с фотоприемника осуществляется специализированным электронным устройством, работающим на линии с электронным устройством, обрабатывающим информацию ПК. Станция мониторинга выбросов на промышленном объекте – лазерная система управления качеством атмосферного воздуха может быть представлена лидаром, или совмещать в себе несколько типов лидаров, реализующих методы дифференциального поглощения, рассеяния и комбинационного рассеяния света, что определяется типом загрязняющих веществ и особенностями наблюдаемого района. Сама система работает на линии с электронным устройством, обрабатывающим информацию ПК, или используется выделенный Интернет – канал.

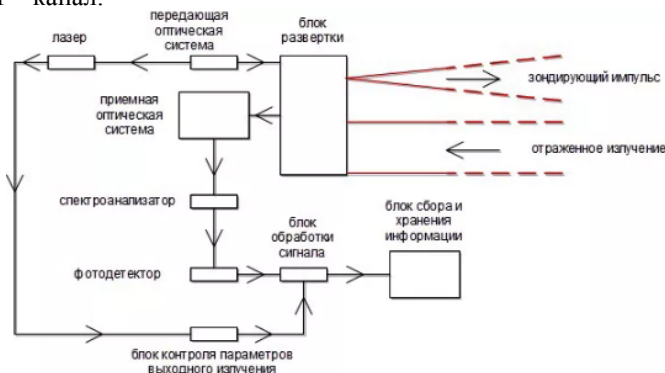


Рис. 1. Структурная схема лидара

Выбор основных параметров такой системы для контроля загрязняющих веществ в атмосфере составляет важное направление в рамках построения систем контроля загрязняющих веществ в атмосфере. В общем случае среда представляет собой газовый поток или смесь,

состоящий из аэрозольных частиц и газовых молекул. При распространении лазерного излучения сквозь такую среду интенсивность лазерного излучения уменьшается за счет поглощения (или абсорбции) излучения веществом среды за счет преобразования энергии световой волны в другие виды энергии по закону Бугера-Ламберта-Бееера [7]. Элементарный акт поглощения происходит при поглощении кванта лазерного излучения и переходе свободного атома молекулы газа в возбужденное состояние [5]. Под рассеянием света понимается изменение характеристик потока лазерного излучения при его взаимодействии с веществом. Этими характеристиками могут быть пространственное распределение интенсивности, частотный спектр и поляризация света. На аэрозольных частицах наблюдается упругое рассеяние света без изменения частоты или длины волны падающего излучения [6]. Часто рассеянием света называется только обусловленное пространственной неоднородностью среды или мишени изменение направления распространения света, воспринимаемое как несобственное свечение среды [4].

Лучшие результаты по лазеру на парах Ва:

- максимально достигнутая ЧСИ генерации 320 кГц [6];
- средняя мощность генерации составляет 390 мВт (в роли буферного газа неона) [8];
- максимальная средняя мощность генерации 12,5 Вт [6].

Анализ сравнительных данных по аналоговым лазерам показал следующие преимущества лазера на парах бария:

- 1) малая расходимость лазерного излучения;
- 2) одновременная генерация на нескольких длинах волн в диапазоне 0,6142–5,89 нм;
- 3) равномерное распределение энергии по сечению лазерного пучка.

Литература

1. Лазерные технологии дистанционного зондирования атмосферы // Изв. вузов. Физика. – 2010. – № 5/2. – С. 10–20.
2. Мультимедийный лазерный излучатель на парах металлов для решения задач атмосферной оптики // Оптика атмосферы и океана. – 2013. – Т. 26, № 10. – С. 842.
3. Лазеры на парах металлов и их галогенидов // Труды ФИАН. – 1987. – Т. 181. – С. 3–17.
4. Ошлаков В.Г., Цвык Р.Ш., Солдатов А.Н. и др. Принципы построения лазерных лучевых инструментальных систем ориентирования. Ч. 1 // Изв. вузов. Физика. – 2013. – Т. 56, № 10/2. – С. 84–93.

5. Солдатов А.Н., Юдин Н.А., Васильева А.В. и др. Лазер на парах стронция с частотой следования импульсов генерации до 1 мгц // Квантовая электроника. – 2012. – Т. 42, № 1. – С. 31–33.
6. Полунин Ю.П., Солдатов А.Н., Юдин Н.А. Исследование генерации в лазере на парах бария при частотах следования импульсов генерации до 320 кгц // Изв. Вузов. Физика. – 2013. – № 10/2. – С. 79–80.
7. Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование. – М. : Мир, 1987. – 550 с.
8. Казаков В.В., Маркова С.В., Петраш Г.Г. Исследование физических процессов в импульсном лазере на парах бария // Квантовая электроника. – 1984. – Т. 11, № 5. – С. 945–956.