

Национальная Академия наук Украины
Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Институт сцинтилляционных материалов НАН Украины
Институт физики полупроводников НАН Украины им. В.Е. Лашкарева
ПАО «НПК «Наука»
Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Сборник научных трудов
V Международной научной конференции

«ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БАЗА НАНОЭЛЕКТРОНИКИ»

30 сентября - 5 октября 2012г.

Харьков - Кацивели
2012

ЛАЗЕРЫ, КАК ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БАЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ КОСМОСА

Мачехин Ю.П.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. Физических основ электронной техники, тел (057) 702
14 84, E-mail: yuri_m49@mail.ru

Technologies of application lasers in space are discussed. Measurement equipment based on lasers are need for space may to use not only semiconductor laser, but solid micro chip lasers an fiber laser. Under radiation influence wavelengths change its value.

Задолго до официального признания нанотехнологий приоритетным направлением развития научных исследований использование таких параметров лазерного излучения как частота, фаза и длина волны с точностью до десятого знака в информационных технологиях фактически сформулировало основы применения принципов нанотехнологий в измерительных процессах. Лазерная интерферометрия, лазерная дальнометрия, лазерная анемометрия это далеко неполный перечень измерительных технологий, которые основаны на точном знании частоты и длины волны лазерного излучения. Развитие космической техники, создание космических комплексов, состоящих из самостоятельных автономных объектов, связано с возможностью использования контрольно-измерительной аппаратуры работающей в условиях открытого космоса. Основным необходимым устройством является дальномер, который определяет расстояние между космическими объектами, идущими на стыковку друг с другом. Первоначально, в качестве средств контроля расстояния использовались радио дальнометры. Погрешность, с которой радио – дальномер осуществляет измерение расстояния, составляет не менее 5 метров. В связи с чем, ручная стыковка, при которой осуществляется визуальный контроль расстояния, оставалась необходимой при контроле расстояния на последнем этапе сближения объектов. Решением полной автоматизации стыковки является применение лазерных дальномеров, работающих в условиях открытого космоса с погрешностью измерения не более нескольких сантиметров. Применение лазерных дальномеров и лазерных интерферометров в космосе связано с конструкциями применяемых лазеров. В настоящем докладе рассматриваются основные условия работы лазеров в космосе и требования к их конструктивному исполнению.

Основная особенность применения лазеров в условиях открытого космоса связана существованием факторов негативного влияния на работу, как лазеров, так и на все измерительные устройства в целом [1-3].

К факторам негативного влияния на лазеры, относятся – космическая радиация, температурный режим и механические нагрузки, проявляющиеся на взлете и при посадке космического летального объекта. Поскольку к параметрам лазерного излучения предъявляются высокие требования в тех случаях, когда лазеры применяются в измерительных технологиях, то при воздействии возмущающих факторов параметры должны сохранять установленные значения. Следует отметить, что вопросами надежности лазерных источников для задач космической эксплуатации занимались и занимаются по настоящий день в NASA и в ряде проектов Евросоюза.

Условие выбора лазеров ограничивает длину волны излучения спектральным диапазоном, который безопасен для зрения человека. Вторым условием является уровень мощности непрерывного излучения или энергия в импульсе излучения. Третьим условием являются условия распространения лазерного пучка в открытом пространстве на расстоянии до 100 метром.

Исходя из номенклатуры лазеров выпускаемых серийно предприятиями, НИИ и КБ можно выбрать три типа лазеров, которые могут обеспечить выполнение всех трех условий и могут быть применены в космических конструкциях дальномеров.

Первым типом лазеров, который может претендовать на роль источника в космическом

дальномере может быть полупроводниковый лазер, работающий в диапазоне 1,5 мкм.

Другим типом лазерного источника является твердотельный чип-лазер, в котором используется накачка излучением полупроводникового лазера. Если излучение твердотельной среды находится в области 1,5 мкм, то лазер накачки работает в диапазоне 0,8 мкм.

Третьим типом лазера является волоконный лазер с накачкой излучением полупроводникового лазера, у которого длина волны излучения 0,980 мкм. Окончательный выбор лазеров должен осуществляться с учетом радиационной стойкости различных полупроводниковых лазеров. Известны результаты исследований радиационной стойкости лазеров на основе GaAlAs-GaAs InGaAsP-InP [1]. Следуя этим результатам, лазеров с более короткой длиной волны радиационная стойкость выше. В этой связи, космических условиях, желательно использовать полупроводниковый лазер с более короткой длиной волны излучения. В этой связи собственно полупроводниковый лазер с длиной волны излучения 1,5 мкм является наихудшим вариантом. С позиций радиационной стойкости наилучшим вариантом является твердотельный чип-лазер с полупроводниковой накачкой. Здесь следует учесть, что активная среда у такого лазера активирована ионами эрбия поэтому длина волны излучения составляет 1,5 мкм. В этом случае полупроводниковый лазер работает на длине волны 0,980 мкм. Твердотельный импульсный микрочип лазер диодной накачкой (Рис.1), излучающий в спектральной области около 1,5 мкм обладает минимальными габаритными размерами, низкой потребляемой электрической мощностью и высокой стабильностью характеристик в широком диапазоне температур.



Рис.1

Для лазерных систем измерения расстояний, можно подобрать лазер, отличающийся высокой стабильностью характеристик излучения в диапазоне температур от -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$, с выходная мощность- до 2 Вт, а потребляемая электрическая мощность – до 10 Вт, и габаритными размерами излучателя 10×20 мм (Рис.2).



Рис.2

Конструктивно чип лазеры могут быть выполнены в двух вариантах: первый (Рис.1) излучение в открытое пространство и второй вариант выход излучения через оптическое волокно (Рис.2). Следует обратить внимание на тот факт, что применяться должно оптическое волокно с повышенной радиационной стойкостью, в противном случае, в процессе эксплуатации, у обычного волокна под воздействием радиации будет увеличиваться поглощение. В работе была проанализирована возможность применения современного волоконного лазера в составе космического дальномера.



Рис.3

Главная техническая особенность – это диодные лазерные модули накачки. Они работают на длине волны около 970 нм, имеют КПД «от розетки» 40-45%, рассчитаны на кондуктивное или принудительное воздушное охлаждение, не требуют замены каких-либо элементов в течение всего срока эксплуатации. Вывод излучения осуществляется по гибкому оптическому волокну диаметром 0,1...0,3 мм, защищенному металлическим кожухом. В условиях космоса принудительного охлаждения не требуется, но необходимы контактные методы охлаждения. Дополнительная особенность лазеров накачки заключается в низковольтном питании от источников постоянного тока. Надежность современных лазерных диодов обеспечивает время наработки на отказ не менее 50 000 часов при максимальных нагрузках.

Для 1,5 мкм спектрального диапазона предлагается широкий спектр лазерных источников, работающих в безопасном для глаз спектральном диапазоне (1530-1620 нм), у которых используются кварцевые волокна, легированные эрбием, и высокоэнергетические лазерные диоды накачки.

Параметры	ЭЛМ-5	ЭЛМ-10	ЭЛМ-20	ЭЛМ-30	ЭЛМ-50
Режим работы	Непрерывный				
Мощность, Вт	5	10	20	30	50
Длина волны излучения, нм	1550 – 1570				
Поляризация	Случайная				
Качество пучка, М ²	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Режимы работы					
Температурные условия, °С	0...+40				
Потребляемая мощность, Вт	50	90	160	240	330

Серийно выпускаемые волоконные лазеры могут стать основой для лазерных дальномеров. Основная проблема пока заключается в обеспечении работоспособности лазеров в том температурном диапазоне, который устанавливается в устройствах, расположенных в герметичных кожухах за пределами отапливаемых отсеков станций.

Список литературы:

1. О.В. Журавлева Воздействие радиации на GaAlAs-GaAs и InGaAsP-InP –лазеры. / О.В. Журавлева, В.Д. Курносков, В.И. Швейкин//Квантовая электроника.-1997.-24, №9.- С.773-775
2. Characterization of High-Power Quasi-CW Laser Diode Arrays, Mark A. Stephen, Aleksey Vasilyev, Elisavet Troupaki, Graham R. Allan, Nasir Kashem, SPIE Optical Engineering and Instrumentation, LIDAR Remote Sensing for Environmental Monitoring VI, Vol. 5887, August 2005.
3. A. Cosentino et al., Galileo Avionics High Energy, Single Frequency, Tunable Laser Source Operating in Burst Mode for Space-based Lidar Applications? Sixth International Conference on Space Optics, 27-30 June, 2006, Noordwijk, The Netherlands