

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ КВАЗИМОНОХРОМАТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА В АППАРАТУРЕ ДЛЯ ГИДРООПТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*М.Е. Ли, А.А. Латушкин,
О.В. Мартынов*

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: lee@alpha.mhi.iuf.net

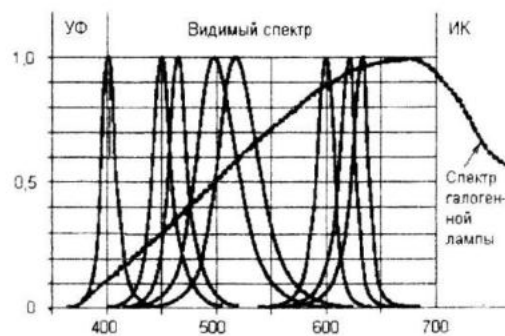
В статье дается краткий обзор технических характеристик современных мощных светодиодов. Проводится сравнение с характеристиками галогенной лампы. В качестве примера использования светодиодов приведено описание функциональной схемы измерителя показателя ослабления света морской воды.

При проведении экологического мониторинга морской среды необходима информация о содержании в воде различных примесей. Традиционные методы анализа (микроскопический, стандартные биологические определения) трудоемки и требуют затрат времени. Поэтому в настоящее время для определения количественного и качественного состава морской взвеси все более широко применяются оптические методы. Эти методы, основанные на измерениях характеристик рассеяния и поглощения света морской водой, более экспрессные, но их точность ниже традиционных. Привлечение добавочной спектральной информации позволяет повысить точность оптических определений [1].

До недавнего времени в спектральной оптической аппаратуре в качестве источника света использовались мощные дуговые лампы и лампы накаливания, а для выделения необходимых спектральных интервалов применялись монохроматоры или наборы узкополосных оптических фильтров. Монохроматоры пока еще остаются довольно дорогим прибором, дуговые лампы потребляют слишком много энергии, поэтому наиболее популярной для спектральных портативных и погружаемых приборов является схема с лампой накаливания и переключе-

чаемыми интерференционными светофильтрами.

Успехи в создании полупроводниковых источников излучения позволяют отойти от традиционных схем. Световая отдача современных мощных сверхъярких светодиодов превосходит световую отдачу ламп накаливания. Предварительные расчеты показывают, что употребление в качестве источника света излучающего диода вместо лампы накаливания дает выигрыш по световому потоку в десятки раз, а в коротковолновой области спектра даже в сотни, что особенно важно при измерениях рассеяния и флуоресценции. На рис. 1 приведены нормированные спектры излучения галогенной лампы накаливания и типового набора светоизлучающих диодов фирмы Philips Lumileds Lighting Company [2].



Р и с. 1. Нормированные спектры излучения галогенной лампы и типового набора светодиодов

На рисунке видно, что спектральные интервалы излучения светодиодов распределены по всему диапазону видимого спектра. Интервалы сравнительно узкие (15 – 35 нм), поэтому допустимо считать излучение светодиодов квазимонохроматическим. Таким образом, при натуральных исследованиях морских вод, возможно отказаться от применения интерференционных светофильтров и, соответственно, от механизма их переключения, что удешевляет и упрощает конструкцию. Следует отметить, что стоимость одного сверхъяркого светодиода в 5 – 10 раз меньше, чем самого дешевого интерференционного светофильтра.

Для иллюстрации вышесказанного в табл. 1 приведены сравнительные характеристики галогенной лампы накаливания фирмы Welch Allyn мощностью

20 Вт, применяемой в спектральном измерителе рассеяния [3], и светодиодами фирмы Philips Lumileds Lighting Company (ток 700 мА, мощность рассеяния 3 – 4 Вт).

Небольшие размеры излучающей поверхности светодиодов позволяют создавать источники света с малой расхо-

димостью пучка, что важно при измерениях углового распределения рассеяния света в воде.

Значимыми преимуществами светодиодов также являются малоинерционность, надежность, низкое потребление, высокий срок службы.

Таблица 1

Сравнительные характеристики галогенной лампы и светодиодов

Наименование источника света	Длина волны, нм							Срок службы, ч.	Стоимость лампы, доллары США	Стоимость набора светофильтров/светодиодов (7 шт.), доллары США
	Световой поток, лм									
	450	470	505	530	590	615	626			
Галогенная лампа 01111-U*	3***	1,0	4,5	9,5	8,2	5	3,5	200	20	300-350
Светодиоды LUXEON Rebel**	400***	58	130	180	130	100	65	50000	—	35-70

* С учетом коэффициента пропускания интерференционного фильтра

** Для каждой длины волны применяется отдельный кристалл

*** Величина потока излучения указана в милливаттах

Конструктивное исполнение мощных светодиодов достаточно разнообразно (рис. 2). Массово производятся светодиоды с одним, двумя, тремя и четырьмя чипами на одной подложке. Можно заказать и большее количество чипов, но стоимость заказа при этом возрастает в десятки раз. Фирмы производители светодиодов предлагают также по вполне приемлемым ценам дополнительные аксессуары: радиаторы, печатные платы для подложек светодиодов, термопроводные самоклеющиеся прокладки, собирающие линзы, источники питания.



Рис. 2 Внешний вид светодиодов и диодных сборок [4, 5]

С учетом достоинств современных полупроводниковых источников света в отделе оптики моря была разработана схема спектрального измерителя прозрачности, предназначенного для проведения исследований в экспедиционных условиях, в том числе и на маломерных

судах. Функциональная схема прибора приведена на рис. 3. На рисунке цифрой 1 обозначены зеркала, а цифрой 2 светоделительные пластинки.

В измерителе с целью компенсации нестабильности свойств полупроводниковых светоизлучающих и приемных диодов применен двухлучевой принцип измерений. Автоколлимационная оптическая схема с трипель-призмой в качестве отражающего элемента минимизирует погрешности измерений, вызванные неточностями настройки и деформациями конструкции вследствие внешнего давления [6], а также дает возможность проводить измерения показателя ослабления света при различных длинах измерительной базы. Использование трипель-призмы усложняет процесс калибровки измерителя [7], но при стабильной и линейной сквозной характеристике прибора его можно калибровать по эталонной воде с известными оптическими свойствами. К тому же при стабильной линейной характеристике абсолютные значения показателя ослабления света можно рассчитать по двум измерениям при различных значениях длины измерительной базы, не проводя калибровки.



Р и с. 3. Функциональная схема спектрального измерителя прозрачности

В измерителе предполагается использование 5-ти спектральных интервалов измерения, которые обеспечиваются 2-мя сверхъяркими светодиодами фирмы LEDENGIN [8] с током питания 0,7 А: фиолетовым светоизлучающим светодиодом (максимум излучения на длине волны 400 нм) и 4-х цветным светодиодом с максимумами излучения 460 нм, 520 нм, 590 нм 625 нм.

Выбор спектральных интервалов измерений обусловлен следующими факторами:

- интервал в окрестности 400 нм предназначен для оценки поглощения желтым веществом;
- интервал в районе 460 нм соответствует синему максимуму поглощения хлорофилла;
- интервалы в окрестностях 520 нм и 590 нм служат для уточнения формы спектра показателя ослабления;
- интервал в зоне 625 нм нужен для оценки общего показателя рассеяния.

С целью снижения потребления светодиоды включаются поочередно.

Управление коммутатором для поочередного включения светодиодов, оцифровка аналоговых сигналов и фор-

мирование кадра в последовательном коде осуществляется микроконтроллером. Для передачи данных по кабелю в бортовой компьютер уровни выходных сигналов микроконтроллера преобразуются в уровни стандарта RS-232C. В состав измерителя включен датчик температуры, который позволяет получать дополнительную информацию о формировании вертикальной структуры гидрооптических полей.

Заключение. Применение современных полупроводниковых источников света в аппаратуре для гидрооптических исследований позволяет создавать более экономичные, надежные и удобные приборы, что немаловажно при проведении измерений в экспедиционных условиях.

Работа выполнена при поддержке гранта НАТО ESP.EAP.SFPP 982678 – «Биооптическая характеристика Чёрного моря в приложении к дистанционному зондированию».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шифрин К.С. Введение в оптику океана. – Л.: Гидрометеиздат. 1983. – С. 72.
2. www.luxeon.com.
3. Ли М.Е., Мартынов О.В., Шибанов Е.Б. Новые принципы измерения индикатрисы рассеяния в широком диапазоне углов // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр. Вып. 8. НАН Украины, МГИ, ОФ ИнБЮМ. Под. ред. В.А. Иванова. МГИ НАН Украины, Севастополь, 2003. Вып. 3. – С. 194 – 211.
4. www.prolightopto.com.
5. www.optoelectronics.perkinelmer.com.
6. Ли М.Е. Погружаемый автоколлимационный прозрачномер // В кн.: Оптические методы изучения океанов и внутренних водоемов / 7-й пленум РГ «Оптика океана». – Таллин: ИТЭФ АН ЭССР, 1980. – С. 291 – 295.
7. Маньковский В.И. Возможные ошибки в определении показателя ослабления света автоколлимационными прозрачномерами с трипель призмой // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 1998. – С. 67 – 71.
8. www.ledengin.com.