

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «03» ноября 2023 г. № 2324

Регистрационный № 90397-23

Лист № 1  
Всего листов 11

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Системы измерительные волоконно-оптические Si**

**Назначение средства измерений**

Системы измерительные волоконно-оптические Si (далее – системы) предназначены для измерений длины волны отражения волоконно-оптических датчиков на основе решёток Брэгга (брэгговских датчиков), а также для измерений, воздействующих на брэгговские датчики, температуры и деформации.

**Описание средства измерений**

Принцип действия систем заключается в измерении мощности отражённого от брэгговских датчиков оптического сигнала при сканировании по длине волны с помощью перестраиваемого лазера. В процессе измерений регистрируется зависимость мощности отражённого от брэгговского датчика излучения от длины волны с последующим поиском экстремумов и определением соответствующих данным экстремумам значений длины волны. Брэгговский датчик представляет собой участок оптического волокна с градиентом показателя преломления периодического характера (решётка Брэгга), в результате чего часть проходящего через данное волокно излучения отражается, причём длина волны максимума коэффициента отражения соответствует периоду решётки. При изменении данного периода вследствие каких-либо физических процессов (деформация или изменение температуры) длина волны отражения брэгговской решётки также меняет своё значение.

Системы состоят из блока измерительного устройства и комплекта брэгговских датчиков. В состав систем могут входить измерительные устройства со следующими вариантами исполнения:

Si-x55-ST-yу, Si-x55-EV-yу, Si-x55-HS-yу, Si-155-EG-yу, где символ «x» принимает значение «1» или «2» в зависимости от исполнения корпуса измерительного устройства – настольное или стоечное, а символы «yу» могут принимать значения 01, 04, 08 или 16 в зависимости от количества измерительных каналов устройства (см. рис. 1 и 2). Модификация «x55» обозначает применение «интегрированного» измерительного устройства, которое по сравнению со «статическим» устройством обеспечивает частоту измерения не менее 10 Гц. При этом модификация типа «EG» обеспечивает возможность использования подводящих коммуникационных кабелей увеличенной длины, без изменения метрологических характеристик.

Каждая модификация также может содержать дополнительную аббревиатуру в виде символов «NT». Данная аббревиатура означает сборку устройства на территории РФ.

При заказе систем в качестве отличительного признака в обозначении по требованию заказчика могут дополнительно указываться начальная и конечная длина волны измерительного устройства, частота измерительного устройства, поставка для нужд настройки встраиваемого деполяризатора (в формате –DP, что обозначает наличие деполяризатора, или –NO, что обозначает отсутствие деполяризатора), общее количество и тип брэгговских датчиков.

В состав систем могут входить волоконно-оптические брэгговские датчики следующих моделей:

- os4210, os4220, os4280, os4310, os4330, os4350, os4510 и os4520 для измерений температуры (см. рис. 3);
- os3110, os3120, os3150, os3155, os3200, os3500, os3510, os3600 и os3610 для измерений деформации (см. рис. 4);
- os4100 для компенсации дрейфа температуры (см. рис. 5).

Управление работой систем осуществляется с помощью персонального компьютера, подключаемого через интерфейс Ethernet соответствующим кабелем к измерительному устройству.

Блоки измерительного устройства выполнены в прямоугольных металлических корпусах настольно-переносного типа. Для ограничения доступа внутрь корпусов произведено их пломбирование. Брэгговские датчики могут быть выполнены на пластинах или в небольших корпусах (прямоугольных или цилиндрических) с волоконно-оптическими выводами. Брэгговские датчики подключают к измерительному устройству с помощью одномодовых волоконно-оптических кабелей, выполненных по стандарту ITU-T G.652 или совместимых с ними.

Заводской номер измерительного устройства наносится печатным способом на нижнюю панель корпуса в виде буквенно-цифрового обозначения, состоящего из арабских цифр и букв латинского алфавита. Заводской номер брэгговского датчика в виде цифро-буквенного обозначения, состоящего из арабских цифр и букв латинского алфавита, наносится на пластиковый шильд, закрепленный на его волоконно-оптическом соединительном кабеле.

Нанесение знака поверки на корпус систем не предусмотрено.

Общий вид систем, схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначения мест нанесения маркировки представлены на рисунках 1 – 5.



Рисунок 1 – Внешний вид измерительного устройства Si-155



Рисунок 2 – Внешний вид измерительного устройства Si-255

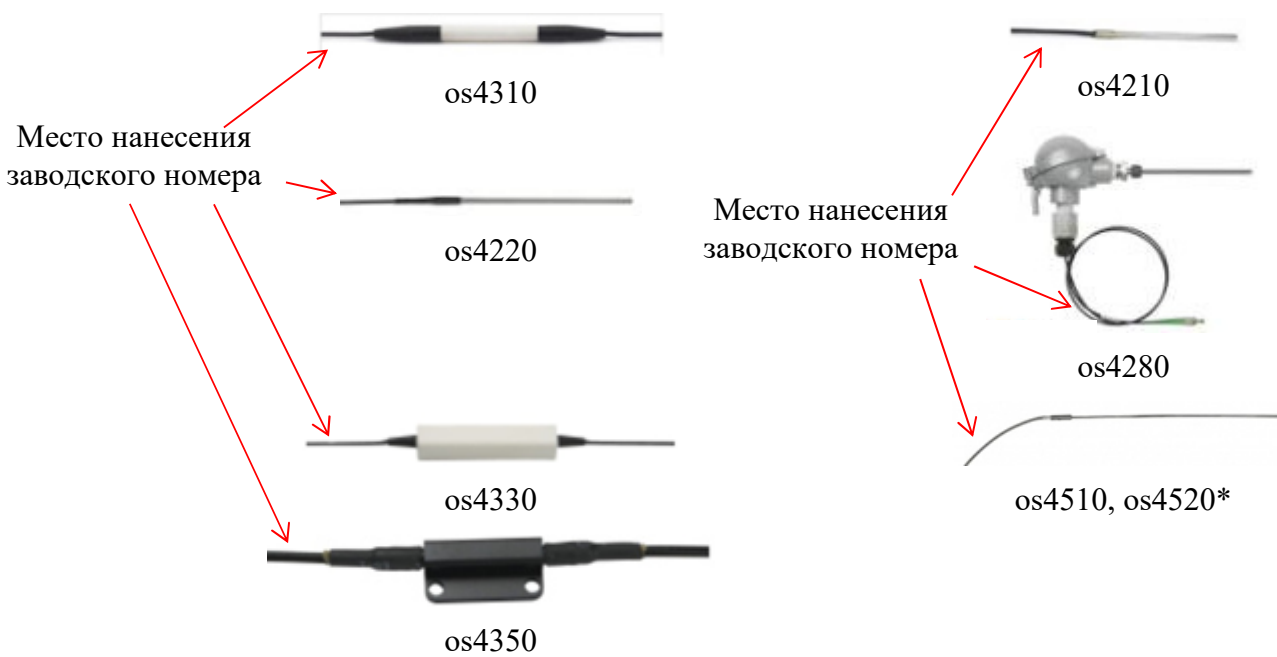


Рисунок 3 – Внешний вид брэгговских датчиков для измерений температуры

\* Примечание: датчики os4510 и os4520 отличаются длиной измерительного щупа

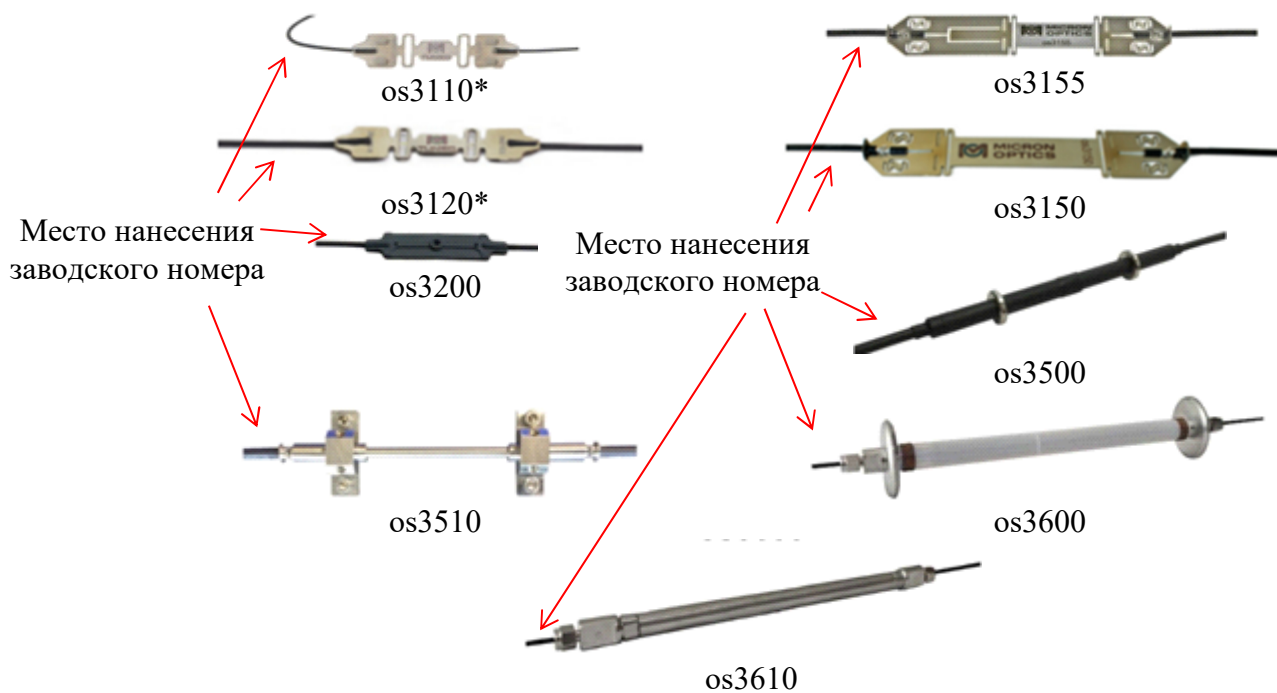


Рисунок 4 – Внешний вид брэгговских датчиков для измерений деформации

\* Примечание: датчики os3110 и os3120 отличаются методом установки (точечная приварка и приклейка, соответственно)



Рисунок 5 – Внешний вид брэгговских датчиков для компенсации дрейфа температуры

### Программное обеспечение

Программное обеспечение «ENLIGHT» (далее – ПО), входящее в состав систем, выполняет функции задания условий измерений и отображения информации в цифровом виде.

ПО разделено на две части: интерфейсную и аппаратную.

Аппаратная часть ПО размещается в энергонезависимой памяти цифрового сигнального процессора оптического модуля, запись которой осуществляется в процессе производства. Доступ к модулю исключён конструкцией систем.

Интерфейсная часть ПО (входит в комплект поставки) находится на ПК, используемом для сбора и визуализации показаний систем, и представляет собой приложение, предназначенное для вычисления длины волны из спектральных данных, полученных измерительным устройством. Преобразования полученных данных о длине волны в значения деформации и температуры, а также для отображения, обработки и сохранения результатов измерений фиксируются приложением.

Метрологически значимой частью ПО систем является аппаратная часть ПО с калибровочными данными для измерений длин волн и интерфейсная часть ПО с калибровочными данными брэгговских датчиков для измерений температуры и деформации. Метрологически значимая часть ПО записана в памяти микроконтроллера системы и защищена от несанкционированного доступа путем пломбирования в области крепежных винтов корпуса измерительного устройства систем.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки) ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	ENLIGHT
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.18.1 и выше
Цифровой идентификатор ПО	–

**Метрологические и технические характеристики**

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики систем (в настольном исполнении)

Наименование характеристики	Значение							
	Si-155-ST-01	Si-155-ST-04	Si-155-EV-01	Si-155-EV-04	Si-155-HS-01	Si-155-HS-04	Si-155-EG-01	Si-155-EG-04
<b>Метрологические характеристики</b>								
Диапазон измерений длин волн, нм <sup>1</sup>	от 1500 до 1600		от 1500 до 1600		от 1510 до 1590		от 1500 до 1600	
	от 1463 до 1617		от 1463 до 1617				от 1463 до 1617	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн, нм	± 0,003		± 0,002		± 0,005		± 0,003	
Диапазон измерений температуры, °С	от - 40 до + 120							
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры <sup>2</sup> , °С	±0,6		±0,6		±1,0		±0,6	
Диапазон измерений деформации <sup>3</sup> , млн <sup>-1</sup>	± (от 50 до 2500)							
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений деформации <sup>2,3</sup> , млн <sup>-1</sup>	± 20		± 20		± 50		± 20	
<b>Технические характеристики</b>								
Частота сканирования, Гц	100/1000		10		5000		10	
Количество оптических каналов	1	4	1	4	1	4	1	4

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение							
	Si-155-ST-01	Si-155-ST-04	Si-155-EV-01	Si-155-EV-04	Si-155-HS-01	Si-155-HS-04	Si-155-EG-01	Si-155-EG-04
Технические характеристики (продолжение)								
Дрейф длины волны отражения брэгговских датчиков, пм/год:								
- для измерений температуры	20							
- для измерений деформации	25							
Время наработки на отказ брэгговских датчиков <sup>4</sup> , не менее, ч	100 000							
Масса измерительного устройства, кг, не более	3,3							
Габаритные размеры измерительного устройства, мм, не более:								
- длина	274							
- ширина	206							
- высота	79							
Условия эксплуатации:								
- температура окружающей среды, °С	от - 20 до + 60							
- относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, без конденсата, %, не более	80							
<p><sup>1</sup> – Возможны указанные варианты диапазона измерений, не влияющих на иные метрологические характеристики</p> <p><sup>2</sup> – Без учёта дрейфа длины волны отражения брэгговского датчика</p> <p><sup>3</sup> – В диапазоне температур от - 40 до + 80 °С</p> <p><sup>4</sup> – При частоте изменений деформации брэгговского датчика во всём рабочем диапазоне измерений не более 0,3 Гц.</p>								

Таблица 3 – Метрологические и технические характеристики систем (в стоечном исполнении)

Наименование характеристики	Значение								
	Si-255-ST-04	Si-255-ST-08	Si-255-ST-16	Si-255-EV-04	Si-255-EV-08	Si-255-EV-16	Si-255-HS-04	Si-255-HS-08	Si-255-HS-16
Метрологические характеристики									
Диапазон измерений длин волн, нм <sup>1</sup>	от 1500 до 1600			от 1500 до 1600			от 1510 до 1590		
	от 1463 до 1617			от 1463 до 1617					
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длин волн, нм	± 0,003			± 0,002			± 0,005		
Диапазон измерений температуры, °С	от - 40 до + 120								
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры <sup>2</sup> , °С	± 0,6			± 0,6			± 1,0		
Диапазон измерений деформации <sup>3</sup> , млн <sup>-1</sup>	±(от 50 до 2500)								
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений деформации <sup>2,3</sup> , млн <sup>-1</sup>	± 20			± 20			± 50		
Технические характеристики									
Частота сканирования, Гц	1000			10			5000		
Количество оптических каналов	4	8	16	4	8	16	4	8	16



Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение								
	Si-255-ST-04	Si-255-ST-08	Si-255-ST-16	Si-255-EV-04	Si-255-EV-08	Si-255-EV-16	Si-255-HS-04	Si-255-HS-08	Si-255-HS-16
Технические характеристики (продолжение)									
Дрейф длины волны отражения брэгговских датчиков, пм/год: - для измерений температуры - для измерений деформации	20 25								
Время наработки на отказ брэгговских датчиков <sup>4</sup> , не менее, ч	100 000								
Масса измерительного устройства, кг, не более	5,0			5,0			5,0		
Габаритные размеры измерительного устройства, мм, не более: - длина - ширина - высота	274 307 69								
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, без конденсата, %, не более	от - 20 до + 60  80								
<sup>1</sup> – Возможны указанные варианты диапазона измерений, не влияющих на иные метрологические характеристики <sup>2</sup> – Без учёта дрейфа длины волны отражения брэгговского датчика <sup>3</sup> – В диапазоне температур от - 40 до + 80 °С <sup>4</sup> – При частоте изменений деформации брэгговского датчика во всём рабочем диапазоне измерений не более 0,3 Гц.									

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации систем печатным способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Системы измерительные волоконно-оптические: Измерительное устройство	Si -	1 шт. -
Брэгговский датчик для измерений температуры *	-	-
Брэгговский датчик для измерений деформации *	-	-
Брэгговский датчик для температурной компенсации *	-	-
Блок питания (шнур питания) измерительного устройства	-	1 шт.
Кабель	Ethernet	1 шт.
Компакт диск с ПО	ENLIGHT	1 диск
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
* Модификация/количество указываются при заказе		

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в руководстве по эксплуатации «Системы измерительные волоконно-оптические Si» п. 4 «Ядра опросных устройств – основные технологии и интерфейсы», п. 8 «Процедуры установки датчиков, наладки измерительной системы и проведения измерений».

### Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 декабря 2019 г. № 2862 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-9}$  до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

Стандарт предприятия США «TN H1004 Hyperion interrogator – general specification. Revision: G».

### Правообладатель

«Luna Innovations Inc.», США  
Адрес: 3157 State Street Blacksburg, VA 24060, USA  
Телефон: +1 540 552 5128  
E-mail: support@lunainc.com  
Web-сайт: <https://www.lunainc.com/>

### **Изготовители**

«Luna Innovations Inc.», США

Юридический адрес: 3157 State Street Blacksburg, VA 24060, USA

Адрес места осуществления деятельности: 1852 Century Place NE, Atlanta GA 30345, USA

Телефон: +1 540 552 5128

E-mail: support@lunainc.com

Web-сайт: <https://www.lunainc.com/>

Производственная площадка

Общество с ограниченной ответственностью «Нева Технолоджи»

(ООО «Нева Технолоджи»)

ИНН 7805092920

Адрес: 198097, г. Санкт-Петербург, ул. Новоовсянниковская, д. 17, лит. А

Телефон: +7 (812) 784-15-34; +7 (812) 337-51-92

E-mail: info@nevatec.ru

Web-сайт: <https://www.nevatec.ru/>

### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46

Телефон: +7 (495) 437-56-33

Факс: +7 (495) 437-31-47

E-mail: vniiofi@vniiofi.ru

Web-сайт: [www.vniiofi.ru](http://www.vniiofi.ru)

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30003-2014.

