ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
(в редакциях, утвержденных приказами Росстандарта № 821 от 24.07.2018 г., № 2695 от 19.12.2018 г.)

Преобразователи измерительные многофункциональные ЭНИП-2

Назначение средства измерений

Преобразователи измерительные многофункциональные ЭНИП-2 (далее преобразователи ЭНИП-2) предназначены для измерений среднеквадратических значений силы переменного тока и напряжения, активной, реактивной и полной мощности, частоты сети, индикации синхронизированных векторных измерений, выполнения функций телесигнализации и телеуправления в составе систем сбора и передачи информации трансформаторных подстанций, электростанций, распределительных пунктов (систем телемеханики).

Описание средства измерений

Принцип действия преобразователей ЭНИП-2 заключается в следующем: входные сигналы тока и напряжения через схемы согласования поступают на вход аналого-цифрового преобразователя, который производит аналого-цифровое преобразование мгновенных значений измеряемых сигналов промышленной частоты 50 Гц и передает данные на микроконтроллер. Микроконтроллер обеспечивает вычисление параметров электрической сети, усреднение измеренных и вычисленных параметров, обработку состояний дискретных входов, обмен данными с внешними системами по интерфейсам RS-485, Ethernet, USB, xPON. Серийный номер, служебная информация, калибровочные коэффициенты, устанавливаемые при заводской настройке, а также настройки пользователя хранятся в энергонезависимой памяти. Цепи тока, напряжения, телесигнализации, телеуправления, интерфейсов и питания преобразователей ЭНИП-2 гальванически развязаны между собой и корпусом.

Преобразователи ЭНИП-2 могут быть оснащены дискретными входами и дискретными выходами (на базе электронных ключей, комбинации электромеханических реле и силовых электронных ключей).

Дополнительно преобразователи ЭНИП-2 могут комплектоваться внешними модулями индикации и модулями ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов.

Преобразователи ЭНИП-2 позволяют создавать распределенные системы телемеханики, системы технического учета электроэнергии, системы мониторинга качества электрической энергии, системы мониторинга переходных режимов.

Преобразователи ЭНИП-2 имеют различные варианты исполнений в зависимости от схемы включения, номинальных значений входного тока и входного напряжения, напряжения питания, типов интерфейсов, набора дополнительных опций.

Схема условного обозначения преобразователей ЭНИП-2-…-Х1 в пластмассовом корпусе для записи при заказе и в технической документации:

ЭНИП-2-ХХ/Х-Х-Х-Х1-Х
1 2 3 4 5 6 7 8

1 – название преобразователей;
2 – схема включения:
4 - универсальная для трех- и четырехпроводных трехфазных схем.
3 – номинальный ток:
1 - 1 А;
5 - 5 А.

4 – номинальное напряжение:
100 - 57,7 (100) В фазное (линейное);
380 - 220 (380) В фазное (линейное);
400 - 230 (400) В фазное (линейное);
690 - 400 (690) В фазное (линейное).
5 – напряжение питания:
220 - сеть переменного тока напряжением от 100 до 265 В, от 45 до 55 Гц или постоянное напряжение от 120 до 370 В;
24 - постоянное напряжение от 18 до 36 В.
6 – интерфейсы:
A1E0 - 1 порт RS-485;
A2E0 - 2 порта RS-485;
A3E4 - 3 порта RS-485, 1 порт Ethernet 100Base-T;
A2E4x2 - 2 порта RS-485, 2 порта Ethernet 100Base-T;
A2E4x2FX - 2 порта RS-485; 2 оптических порта Ethernet100Base-FX;
A2SFP - 2 порта RS-485, 1 порт xPON.
7 – дополнительные функции:
01 - без опций;
11 - 4 дискретных входа, 3 дискретных выхода;
21 - 8 дискретных входов.
8 – рабочее напряжение дискретных входов:
(220) - 220 В постоянного тока;
не указано - 24 В постоянного тока.

Схема условного обозначения преобразователей ЭНИП-2-…-32 в металлическом корпусе для записи при заказе и в технической документации:

ЭНИП-2-XX/X-X-X-32
1 2 3 4 5 6 7
1 – название преобразователей;
2 – схема включения:
1 - однофазное подключение;
4 - универсальная для трех- и четырехпроводных трехфазных схем.
3 – номинальный ток:
1 - 1 А;
5 - 5 А.
4 – номинальное напряжение:
0 - без измерительных цепей напряжения;
100 - 57,7 (100) В фазное (линейное);
380 - 220 (380) В фазное (линейное);
400 - 230 (400) В фазное (линейное).
5 – напряжение питания:
24 - постоянное напряжение от 18 до 36 В.
6 – интерфейсы:
A2E0 - 2 порта RS-485.
7 – дополнительные функции:
32 - 12 дискретных входов, 3 дискретных выхода.

Схема условного обозначения преобразователей ЭНИП-2-…-X3 с поддержкой синхронизированных векторных измерений в пластмассовом корпусе для записи при заказе и в технической документации:

ЭНИП-2-ХХ/Х-Х-А1Е4-Х3
1 2 3 4 5 6 7

1 – название преобразователей;

2 – схема включения:

4 - четырехпроводная трехфазная схема;

0 - подключение к шине процесса IEC 61850-9-2 (при этом не указываются номинальные значения входного тока и напряжения);

3 – номинальный ток:

1 - 1 А;

5 - 5 А.

4 – номинальное напряжение:

100 - 57,7 (100) В фазное (линейное);

380 - 220 (380) В фазное (линейное);

400 - 230 (400) В фазное (линейное).

5 – напряжение питания:

220 - сеть переменного тока напряжением от 100 до 265 В, от 45 до 55 Гц или постоянное напряжение от 120 до 370 В;

24 - постоянное напряжение от 18 до 36 В.

6 – интерфейсы:

А1Е4 - 1 порт RS-485, 1 порт Ethernet 100Base-T.

7 – дополнительный функции:

03 - поддержка синхронизированных векторных измерений, 5 дискретных входов;

13 - поддержка синхронизированных векторных измерений, 5 дискретных входов, цветной сенсорный экран;

23 - поддержка синхронизированных векторных измерений, 5 дискретных входов, цветной сенсорный экран, встроенный ГЛОНАСС/GPS-приемник;

33 - поддержка синхронизированных векторных измерений, 5 дискретных входов, цветной сенсорный экран, встроенный ГЛОНАСС/GPS-приемник, 3 дискретных выхода.

Пример записи обозначения преобразователя ЭНИП-2:

- модификация ЭНИП-2-…-Х1 в пластмассовом корпусе, с универсальной схемой включения, номинальным входным током 5 А, номинальным входным напряжением 220 (380) В, постоянным напряжением питания от 18 до 36 В, с 3 интерфейсами RS-485, 1 портом Ethernet 100Base-T, с 8 дискретными входами, с рабочим напряжением дискретных входов 24 В постоянного тока - при его заказе и в технической документации:

«Преобразователь измерительный многофункциональный
ЭНИП-2-45/380-24-А3Е4-21 ТУ 4221-892-53329198-07».

Общие функции преобразователя ЭНИП-2:

- измерение параметров режима электрической сети: среднеквадратические значения переменного тока и напряжения, активной, реактивной и полной мощностей, энергии активной и реактивной в прямом и обратном направлениях;

- измерение параметров режима электрической сети на основе токов и напряжений основной частоты - действующие значения переменного тока, напряжение, активной, реактивной и полной мощностей, энергии активной и реактивной в прямом и обратном направлениях;

- измерение частоты сети;

- измерение коэффициентов мощности (пофазно и среднего);

- выполнение функций телеуправления и телесигнализации;

- выполнение функций технического учета потребленной (отпущенной) активной (реактивной) мощности;

- передача значений параметров по гальванически развязанным цифровым интерфейсам RS-485, Ethernet, xPON в автоматизированные системы диспетчерского управления и учета.

Преобразователи ЭНИП-2 (модификации ЭНИП-2-…-X1 и ЭНИП-2-…-X2) позволяют осуществлять индикацию отдельных параметров качества электроэнергии:

напряжение нулевой последовательности (U_0), напряжение прямой последовательности (U_1), напряжение обратной последовательности (U_2), коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности (K_{2U}), коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения (K_U), ток нулевой последовательности (I_0), ток прямой последовательности (I_1), ток обратной последовательности (I_2), коэффициент несимметрии токов (K_{2I}), коэффициент искажения синусоидальности кривой тока (K_I), коэффициент гармонических искажений (THD).

Преобразователи ЭНИП-2 (модификация ЭНИП-2-...-X3) дополнительно выполняют функции устройств синхронизированных векторных измерений и осуществляют измерения:

- значений модулей синхронизированных векторов фазных напряжений;
- значений модулей синхронизированных векторов фазных токов;
- частоты пофазно;

и индикацию:

- значений абсолютного угла синхронизированных векторов фазных напряжений;
- значений абсолютного угла синхронизированных векторов фазных токов (определение абсолютного угла в соответствии со стандартом IEEE C37.118-2011);
- частоты прямой последовательности;
- скорости изменения частоты.

Общий вид преобразователей ЭНИП-2 и схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение места нанесения знака поверки представлены на рисунках 1 – 3.

Рисунок 1 – Общий вид преобразователей ЭНИП-2-…-X1

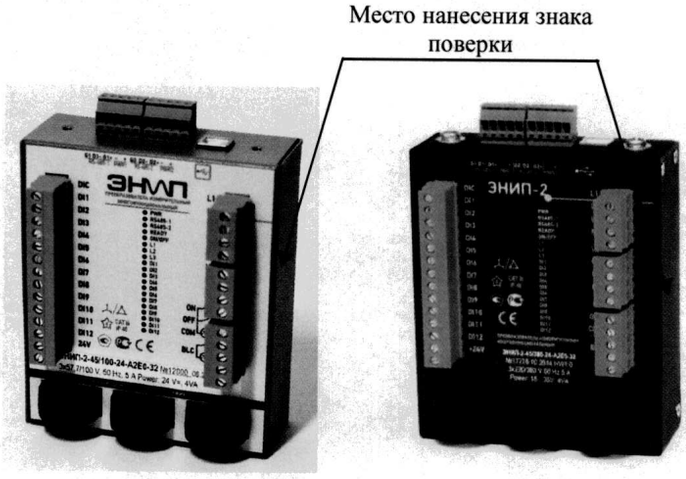

Рисунок 2 - Общий вид преобразователей ЭНИП-2-…-32

Рисунок 3 - Общий вид преобразователей ЭНИП-2-…-Х3

Программное обеспечение

В преобразователях ЭНИП-2 все измерения, вычисления и управление работой выполняет микроконтроллер, в который в процессе изготовления преобразователя ЭНИП-2 загружается встроенное программное обеспечение «Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2» (микропрограмма), которое является метрологически значимым.

Влияние программного обеспечения (далее ПО) учтено при нормировании метрологических и технических характеристик преобразователей ЭНИП-2. При этом инструментальную погрешность средства измерения и погрешность, вносимую ПО не разделяют.

Встроенное ПО аппаратно защищено от случайных и преднамеренных изменений, что исключает возможность его несанкционированной настройки и вмешательства, приводящих к искажению результатов измерений. Для защиты встроенного ПО применяются следующие меры: отсутствие возможности изменения ПО без вскрытия пломбируемой крышки преобразователей ЭНИП-2, наличие аппаратной защиты от считывания микропрограммы из памяти микроконтроллера (обеспечивается возможностями микроконтроллера), наличие встроенного средства загрузки ПО (bootloader).

Преобразователи ЭНИП-2 в зависимости от модификации поддерживают следующие протоколы обмена данными: ГОСТ Р МЭК-870-5-1-95 (FT3), Modbus RTU, Modbus TCP, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, IEC 61850-8.1 (сервер с поддержкой MMS, GOOSE), SNMP, NETBIOS, IEEE C37.118-2011, протоколы синхронизации SNTP, IRIG-A, протоколы резервирования IEC 62439-3 (PRP), IEEE 802.1D-2004 (RSTP). Описание протоколов находится в руководстве по эксплуатации.

Результаты измерений и расчётов могут отображаться на внешнем модуле индикации или на дисплее компьютера с помощью ПО.

Для конфигурирования преобразователей ЭНИП-2 применяется ПО «ES Конфигуратор». Данное ПО не является метрологически значимым и предназначено только для настройки протоколов обмена данными.

Для конфигурирования и опроса преобразователей ЭНИП-2 возможно применение другого ПО, разработанного в соответствии с описаниями поддерживаемых протоколов обмена.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Для модификаций ЭНИП-2-…-X1, ЭНИП-2-…-32	Для модификаций ЭНИП-2-…-X3
Идентификационное наименование ПО	ENIP2Meter.mhx	ENIP3Meter.mhx
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0	1.0
Цифровой идентификатор ПО	C63CE872	4DDB9686
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC32	CRC32

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристик	Значение
Номинальные значения фазного (линейного) напряжения, В [4]	57,7 (100); 220 (380); 230 (400); 400 (690)[1] в зависимости от исполнения
Диапазон измерений напряжения, % от $U_{ном}$	от 5 до 150 включ.[1]
Пределы допускаемой основной погрешности измерений среднеквадратического значения фазного (линейного) напряжения, % [5]	приведенная погрешность ±0,2 относительная погрешность ±0,2 при $0,2U_{ном} \le U \le 1,5U_{ном}$ [1] ±0,75 при $0,05U_{ном} \le U < 0,2U_{ном}$
Номинальные значения силы переменного тока, А [4]	1; 5 в зависимости от исполнения
Диапазон измерений силы переменного тока, % от $I_{ном}$	от 1 до 200 включ.
Пределы допускаемой основной погрешности измерений среднеквадратического значения силы переменного тока, % [6]	приведенная погрешность ±0,2 относительная погрешность ±0,2 при $0,2I_{ном} \le I \le 2I_{ном}$ ±0,75 при $0,05I_{ном} \le I < 0,2I_{ном}$ ±2 при $0,01I_{ном} \le I < 0,05I_{ном}$
Номинальное значение измеряемой частоты, Гц	50
Диапазон измерений частоты, Гц	от 45 до 55
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты, Гц	±0,01[2]
Номинальное значение коэффициента мощности *cosφ*	±1
Диапазон измерений коэффициента мощности *cosφ*	от -1 до +1
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности (пофазно и средний) *cosφ*	±0,01
Пределы допускаемой основной погрешности измерений фазной и трехфазной активной (реактивной) мощности, %	приведенная погрешность ±0,5 относительная погрешность ±0,5 при $0,2I_{ном} \le I \le 2I_{ном}$, $0,2U_{ном} \le U \le 1,5U_{ном}$ [1], $0,8 \le \lvert cos\varphi \rvert \le 1$ ($0,8 \le \lvert sin\varphi \rvert \le 1$)

Наименование характеристик	Значение
Пределы допускаемой основной погрешности измерений фазной и трехфазной полной мощности, %	приведенная погрешность ±0,5 относительная погрешность ±0,5 при $0,2I_{ном} \le I \le 2I_{ном}$, $0,2U_{ном} \le U \le 1,5U_{ном}$ [1)]
Диапазон измерений угла фазового сдвига между фазными токами основной гармоники [3)]	от -180° до +180°
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными токами основной гармоники [3)]	±0,1°
Диапазон измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной гармоники [3)]	от -180° до +180°
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной гармоники [3)]	±0,1°
Нормальные условия измерений: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, % - атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	 от +15 до +25 до 95 от 65 до 106,7 (от 487, 5 до 800)

Примечания:

[1)] Для модификации ЭНИП-2-…/690-… диапазон измерений $0,05U_{ном} \le U \le 1,15U_{ном}$;

[2)] Для модификаций ЭНИП-2-…-Х3 пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты ±0,001 Гц;

[3)] Только для модификации ЭНИП-2-…-Х3;

[4)] В модификации ЭНИП-2-0-…-Х3 номинальные значения измеряемых входных сигналов тока и напряжения определяются потоком данных SV согласно IEC 61850-9-2, а также дополнительным программируемым масштабным коэффициентом для номинальных значений силы и напряжения электрического тока из диапазона: от 0,01 до 10^6;

[5)] К среднеквадратическому значению напряжения относят среднеквадратическое значение напряжения основной частоты, среднеквадратическое значение напряжения с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала;

[6)] К среднеквадратическому значению силы переменного тока относят среднеквадратическое значение силы переменного тока основной частоты, среднеквадратическое значение силы переменного тока с учетом всех спектральных составляющих входного сигнала;

[7)] При расчете приведенной погрешности в качестве нормирующего значения принимается номинальное значение измерения.

Таблица 3 - Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений

Влияющая величина	Значение влияющей величины	Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений	
		δ_{X1}/γ_{X1}, %	ΔX_1
Температура окружающего воздуха, °С	от -40 до +70 [1)]		
измерение токов и напряжений в зависимости от модификаций:			
ЭНИП-2-…-Х1		±0,025/5 °С	-
ЭНИП-2-…-32, ЭНИП-2-…-Х3		±0,05/5 °С	-
измерение мощности в зависимости от модификаций:			
ЭНИП-2-…-Х1		±0,05/5 °С	-
ЭНИП-2-…-32, ЭНИП-2-…-Х3		±0,1/5 °С	-
Внешнее однородное постоянное или переменное магнитное поле, синусоидально изменяющегося во времени с частотой, одинаковой с частотой тока, протекающего по измерительным цепям преобразователя, при самом неблагоприятном направлении и фазе магнитного поля, мТл	0,5		
измерение токов и напряжений		±0,1	-
измерение мощности		±0,25	-
измерение частоты в зависимости от модификаций:			
ЭНИП-2-…-Х1, ЭНИП-2-…-32		-	±0,005 Гц
ЭНИП-2-…-Х3		-	±0,0005 Гц
Коэффициент мощности *cosφ* (*sinφ*)	±(от 0,5 до 0,8)		
измерение активной (реактивной) мощности		±0,4	

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон напряжения питания, В: - постоянное - переменное (при частоте переменного тока от 45 до 55 Гц)	 от 18 до 36 от 120 до 370 от 100 до 265
Потребляемая мощность, В·А, не более	для модификаций ЭНИП-2-…-Х1: 11; для модификаций ЭНИП-2-…-32: 11; для модификаций ЭНИП-2-…-Х3: 13; для модификаций ЭНИП-2-…-Х1 при питании через ЭНИП-2 внешнего модуля индикации: 19
Отклонение времени внутренних часов от всемирного координированного времени UTC при наличии внешней синхронизации, мкс, не более	±500[2)]

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры (высота х ширина х глубина), мм, не более	для модификаций ЭНИП-2-…-X1: 75x100x130 для модификаций ЭНИП-2-…-32: 136x100x67 для модификаций ЭНИП-2-…-X3: 196x166x83
Масса, кг, не более	для модификаций ЭНИП-2-…-X1: 0,55 для модификаций ЭНИП-2-…-32: 0,50 для модификаций ЭНИП-2-…-X3: 0,85
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре +35°С, %, не более - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	 от -40 до +70[1)] 95 от 65 до 106,7 (от 487,5 до 800)
Средний срок службы, лет	20
Средняя наработка на отказ при работе в нормальных условиях применения, ч	100000
Среднее время восстановления работоспособного состояния, ч	1
Примечания: [1)] Для модификаций с жидкокристаллическим дисплеем температура окружающего воздуха от -20 до +70°С; [2)] Для модификации ЭНИП-2-…-X3 не более ±1 мкс при синхронизации по протоколу IRIG-A или не более ±200 нс при синхронизации от встроенного ГЛОНАСС/GPS-приемника.	

Знак утверждения типа
наносится на корпус преобразователя ЭНИП-2 в виде наклейки и на титульный лист паспорта типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 Комплектность преобразователей измерительных многофункциональных ЭНИП-2

Наименование	Обозначение	Количество
Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2	-	1 шт.
Формуляр	ЭНИП.411187.001 ФО	1 экз.
Руководство по эксплуатации	ЭНИП.411187.002 РЭ*	1 экз.
Методика поверки	ЭНИП.411187.001/1 МП*	1 экз.
CD с программным обеспечением и документацией	-	1 шт.
* электронная версия на CD		

Поверка
осуществляется по документу ЭНИП.411187.001/1 МП «Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2. Методика поверки» с изменением №1, утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» 27 сентября 2018 г.

Основные средства поверки:

установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1К, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде №39138-08 (для всех модификаций, кроме ЭНИП-2-0-…-Х3);

установка измерительная многофункциональная СМС256plus, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде №26170-09 (только для модификации ЭНИП-2-…-Х3);

калибратор цифровых сигналов КЦ61850, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде №66142-16 (только для модификации ЭНИП-2-0-…-Х3).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится в виде наклейки на корпус прибора и/или на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к преобразователям измерительным многофункциональным ЭНИП-2

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 8.551-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений электрической мощности и электрической энергии в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц

ГОСТ Р 8.767-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^{6}$ Гц

ГОСТ Р 8.648-2015 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{9}$ Гц

IEC 61850-9-2 Системы автоматизации и сети связи на подстанциях. Часть 9-2. Схема особого коммуникационного сервиса (SCSM).Значения выборок по ISO/IEC 8802-3

ТУ 4221-892-53329198-07 Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2. Технические условия

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Инженерный центр «Энергосервис»
(ООО «Инженерный центр «Энергосервис»)
ИНН 7722330113
Юридический адрес: 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д.44, стр.1, помещ. 1А, комн.1
Адрес производства: 163046, г. Архангельск, ул. Котласская, 26
Телефон: (8182) 65-75-65, факс: (8182) 23-69-55
E-mail: ed@ens.ru
Web-сайт: www.enip2.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19

Телефон: (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14

Web-сайт: www.vniim.ru

E-mail: info@vniim.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 23.03.2016 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии А.В. Кулешов

М.п. «26» 12 2018г.