

Приложение  
к приказу Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «07» декабря 2020 г. № 2016

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Комплексы измерительно-вычислительные ММКС-05

#### **Назначение средства измерений**

Комплексы измерительно-вычислительные ММКС-05 (далее — комплекс) предназначены для задания и измерения силы постоянного тока намагничивания, измерения магнитного потока и вычисления статических магнитных характеристик образцов магнитомягких материалов.

#### **Описание средства измерений**

Принцип действия комплекса заключается в измерении приращений магнитного потока, вызванных скачкообразным изменением напряженности магнитного поля. Измерение приращений магнитного потока осуществляется преобразованием электродвижущей силы (ЭДС) на измерительной (вторичной) обмотке образца в сигнал, пропорциональный магнитному потоку. Изменение напряженного магнитного поля происходит путем формирования токов заданной величины в намагничающей обмотке образца. Комплекс измеряет мгновенные значения сигнала, пропорционального магнитному потоку и мгновенные значения тока намагничающей (первичной) обмотки. По результатам измерений производится расчет магнитных характеристик образца.

Комплекс обеспечивает определение основной кривой намагничивания, петли магнитного гистерезиса, начальной магнитной проницаемости, максимальной магнитной проницаемости, остаточной индукции, коэрцитивной силы по индукции, коэффициента прямоугольности петли магнитного гистерезиса образцов магнитомягких материалов в соответствии с ГОСТ 8.377-80, основной кривой намагничивания и коэрцитивной силы по индукции образцов электротехнических сталей в соответствии с ГОСТ 12119.1-98.

Конструктивно комплекс состоит из блока источника тока и измерителя потока, блока питания, управляющей ЭВМ (опционально) и комплекта соединительных кабелей. Внешний вид блоков комплекса представлен на рисунке 1.

Блок источника тока и измерителя потока предназначен для обеспечения подключения измерительной и намагничающей обмоток образца, формирования тока намагничивания, преобразования ЭДС на измерительной обмотке в сигнал, пропорциональный магнитному потоку, измерения мгновенных значений тока намагничивания и магнитного потока, обеспечения взаимодействия с управляющей ЭВМ по интерфейсу USB (опционально – Ethernet).

Блок питания является источником питания блока источника тока и измерителя потока.

Управляющая ЭВМ обеспечивает ввод исходных данных, выбор режимов измерения, управление процессом измерения, расчет магнитных характеристик образцов по результатам измерений, сохранение результатов измерений в базе данных, вывод результатов измерений.

Общий вид комплекса, а также схема пломбировки от несанкционированного доступа представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 — Внешний вид комплекса

## Программное обеспечение

Работа комплекса осуществляется под управлением:

- встроенного программного обеспечения (ПО);
- программного обеспечения, установленного на управляющей ЭВМ.

Программное обеспечение комплекса выполняет следующие функции:

- ввод исходных данных;
- выбор режимов измерения;
- управление процессом измерения;
- расчет магнитных характеристик;
- сохранение результатов измерений в базе данных;
- вывод результатов измерений.

Конструкция комплекса исключает возможность несанкционированного влияния на встроенное ПО без вскрытия блока источника тока и измерителя потока. Уровень защиты встроенного ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – высокий по Р 50.2.077-2014. Идентификационные данные встроенного программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные встроенного программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	mmks_firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0
Цифровой идентификатор ПО	0x30

Уровень защиты ПО, установленного на управляющей ЭВМ от непреднамеренных и преднамеренных изменений – средний по Р 50.2.077-2014. Метрологически значимыми частями ПО комплекса являются файлы MAIN.tcl, genGUI1.tcl, myGen.tcl, procMeasure.tcl, testVer.dll, ulybmm.dll, а также конфигурационные настройки (калибровочные константы), хранящиеся в памяти блока источника тока и измерителя потока комплекса. Метрологически значимые файлы уникальны для каждого экземпляра комплекса. Целостность метрологически значимой части ПО проверяется системой защиты на основе проверки контрольных сумм файлов CRC32 при каждом запуске ПО комплекса и при подключении блоков комплекса к ПО.

Идентификационные данные программного обеспечения управляющей ЭВМ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения управляющей ЭВМ

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ММКС-05
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.1 и выше
Цифровой идентификатор ПО	не используется

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон задания и измерения силы постоянного тока намагничивания, А	0,00015 до 5
Пределы задания и измерения силы постоянного тока намагничивания, А	0,005 0,05 0,5 5,0
Пределы допускаемой относительной погрешности задания и измерения силы постоянного тока намагничивания $I$ на пределе $I_k$ , %	$\pm \left( 0,2 + 0,002 \cdot \left( \frac{I_k}{I} - 1 \right) \right)$
Дискретность установки значения силы постоянного тока намагничивания внутри каждого диапазона, %, не более	0,05
Нестабильность силы постоянного тока намагничивания в намагничивающей обмотке образца, % в минуту, не более	0,02
Отношение амплитуды переменной составляющей тока намагничивания к постоянной составляющей в диапазоне частот до 100 кГц, %, не более	0,05

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы измерения магнитного потока	10 мкВб 100 мкВб 1000 мкВб 10 мВб 100 мВб
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения магнитного потока в диапазоне от 1 до 10 мкВб включительно, %	±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения магнитного потока в диапазоне выше 10 мкВб, %	±0,5
Пределы допускаемой относительной погрешности задания и измерения напряженности постоянного магнитного поля, %	±1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения магнитной индукции, %	±1,5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения относительной магнитной проницаемости, %	±5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения коэффициента прямоугольности петли гистерезиса, %	±3
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения коэрцитивной силы по индукции, %	$\pm (2 + 0,01 \cdot (\frac{H}{H_{C,B}} - 1)),$ где $H$ – заданная напряженность магнитного поля, при которой определяется коэрцитивная сила по индукции $H_{C,B}$ , А/м
Примечания:	<p>1) диапазоны задания и измерения напряженности постоянного магнитного поля, диапазоны измерения магнитной индукции, относительной магнитной проницаемости, коэффициента прямоугольности петли гистерезиса, коэрцитивной силы по индукции зависят от геометрических характеристик образцов магнитомягких материалов, количества витков намагничивающей и измерительной обмоток, сопротивления намагничивающей обмотки;</p> <p>2) погрешности измерения напряженности постоянного магнитного поля, магнитной индукции, относительной магнитной проницаемости, коэффициента прямоугольности петли гистерезиса, коэрцитивной силы по индукции не превышают указанные выше пределы, если измеренные значения тока намагничивания находятся в диапазоне от 0,01 до 1 соответствующих пределов, а измеренные значения магнитного потока находятся в диапазоне от 0,05 до 1 соответствующих пределов.</p>

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Напряжение питающей сети, В	220±22
Частота питающей сети, Гц	50±0,5
Габаритные размеры (длина×высота×ширина) без учета длин кабелей и разъемов мм, не более: - блок источника тока и измерителя потока - блок питания	280×165×260 280×165×260
Масса комплекса, кг, не более - блок источника тока и измерителя потока - блок питания	5,0 7,5
Условия эксплуатации: - диапазон рабочих температур, °С - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа	от 15 до 25 от 30 до 80 от 84 до 106,7

**Знак утверждения типа**

наносится на титульные листы технической документации фирмы-изготовителя типографским способом и на лицевые панели блока источника тока и измерителя потока и блока питания комплекса в виде наклейки.

**Комплектность средства измерений**

Таблица 5 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Комплекс измерительно-вычислительный ММКС-05 в составе:	НЛСД.411174.033	1 шт.	
Блок источника тока и измерителя потока	НЛСД.411174.034	1 шт.	
Блок питания	НЛСД.411174.035	1 шт.	
Управляющая ЭВМ	-	1 шт.	опционально
CD-диск с программным обеспечением или USB-флеш-накопитель	-	1 шт.	
Комплект кабелей в составе: 1. Кабель питания 2. Кабель сетевой 3. Кабель USB 2.0 А-В 4. Кабель-перемычка для входа 100 мкВб	-	1 комплект	
Паспорт	НЛСД.411174.033ПС	1 шт.	
Руководство по эксплуатации	НЛСД.411174.033РЭ	1 шт.	
Руководство оператора	НЛСД.411174.033РО	1 шт.	
Методика поверки	НЛСД.411174.033МП	1 шт.	
Упаковка	-	1 шт.	

## Проверка

осуществляется по документу НЛСД.411174.033МП "Комплекс измерительно-вычислительный ММКС-05. Методика поверки", утвержденному ГЦИ СИ ФБУ "УРАЛТЕСТ" 17 июля 2015 г.

Основные средства поверки:

- катушка электрического сопротивления Р331, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 1162-58, номинальное значение 1000 Ом, класс точности 0,01;
- катушки электрического сопротивления Р321, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 1162-58, номинальные значения 10 и 0,1 Ом, класс точности 0,01;
- катушка электрического сопротивления Р310, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 1162-58, номинальное значение 0,01 Ом, класс точности 0,02;
- мультиметр цифровой 34410А, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 47717-11, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока  $U_{изм}$  на пределе  $U_{пр.}=100$  мВ:  $\pm(0,00005 \cdot U_{изм} + 0,000035 \cdot U_{пр.})$ ; на пределе  $U_{пр.}=1$  В:  $\pm(0,000035 \cdot U_{изм} + 0,000007 \cdot U_{пр.})$ ; на пределе  $U_{пр.}=10$  В:  $\pm(0,00003 \cdot U_{изм} + 0,000005 \cdot U_{пр.})$ ;
- рабочий эталон отношения магнитного потока к силе тока 2-ого разряда по ГОСТ 8.030-2013, номинальные значения 10 и 0,1 мВб/А, пределы допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,1\%$ ;
- рабочий эталон отношения магнитного потока к силе тока 2-ого разряда по ГОСТ 8.030-2013, номинальное значение 10 мВб/А, пределы допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,2\%$ , максимальная сила тока первичной обмотки не менее 5 А;
- рабочий эталон магнитного потока 2-ого разряда по ГОСТ 8.030-2013, стандартные образцы магнитных свойств магнитомягких материалов, аттестованные по характеристикам:
  - $B_{max}$  – магнитная индукция при максимальном значении напряженности магнитного поля, погрешность аттестации не более  $\pm 1,0\%$ ,
  - $B_r$  – остаточная магнитная индукция, погрешность аттестации не более  $\pm 1,0\%$ ,
  - $H_{c,B}$  – коэрцитивная сила по индукции, погрешность аттестации не более  $\pm 1,5\%$ .

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

## Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационной документации.

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к комплексам измерительно-вычислительным ММКС-05

ГОСТ 8.377-80 "ГСИ. Материалы магнитомягкие. Методика выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик"

ГОСТ 12119.1-98 "Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Методы измерения магнитной индукции и коэрцитивной силы в аппарате Эпштейна и на кольцевых образцах в постоянном магнитном поле"

ГОСТ 8.030-2013 "ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции"

Комплект конструкторской документации АО "Научно-исследовательский институт современных телекоммуникационных технологий"

**Изготовитель**

Акционерное общество "Научно-исследовательский институт современных телекоммуникационных технологий" (АО "НИИ СТТ")

ИНН 6730046954

Адрес: 214012, г. Смоленск, ул. Ново-Ленинградская, 10

Телефон: (4812) 27-15-08, факс (4812) 27-15-79

E-mail: [office@niistt.ru](mailto:office@niistt.ru)

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

**Испытательный центр**

Федеральное бюджетное учреждение "Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Свердловской области" (ФБУ "УРАЛТЕСТ")

Адрес: 620990, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д. 2а

Телефон: (343) 236-30-15

E-mail: [uralttest@uralttest.ru](mailto:uralttest@uralttest.ru)

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

Аттестат аккредитации ФБУ "УРАЛТЕСТ" по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа (рег. № записи в реестре аккредитованных лиц) 30058-13 от 21.10.2013 г.