

УТВЕРЖДЕНО  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «26» августа 2021 г. № 1853

Регистрационный № 82812-21

Лист № 1  
Всего листов 10

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Трансформаторы тока и напряжения измерительные комбинированные электронные ТЕСV

**Назначение средства измерений**

Трансформаторы тока и напряжения измерительные комбинированные электронные ТЕСV (далее – трансформаторы ТЕСV) предназначены для масштабных преобразований силы и напряжения переменного тока в сигналы измерительной информации и передачи результатов преобразований на измерительные устройства для учета электрической энергии, измерений показателей качества электроэнергии, защиты, автоматики, сигнализации и управления.

**Описание средства измерений**

Принцип действия трансформаторов ТЕСV при измерении силы переменного тока основан на применении законов полного тока и электромагнитной индукции, гальваномагнитных эффектов. Измерения силы переменного тока осуществляются комбинацией из первичных преобразователей тока в зависимости от исполнения: маломощный трансформатор тока, пояс Роговского, магниторезистивный сенсор. Маломощный трансформатор тока предназначен для передачи измерений устройствам коммерческого учета и измерений показателей качества электроэнергии. Пояс Роговского и магниторезистивный сенсор предназначены для передачи измерений устройствам релейной защиты и автоматики.

Принцип действия трансформаторов ТЕСV при измерении напряжения переменного тока основан на методе емкостного деления. Измерения напряжения переменного тока осуществляются первичным преобразователем напряжения, реализованным на основе делителя напряжения. Делитель напряжения имеет независимые каналы измерений для преобразований напряжения переменного тока и передачи измерений устройствам коммерческого учета, измерений показателей качества электроэнергии, устройствам релейной защиты и автоматики, систем определения места повреждения.

Трансформаторы ТЕСV состоят из следующих компонентов:

– однофазные высоковольтные блоки со встроенным электронным модулем – от 1 до 3 шт.;

– электронный блок (опционально) – 1 шт.;

– блок питания устройства отбора мощности (опционально) – 1 шт.

Электронный модуль/блок осуществляет аналоговые или аналого-цифровые преобразования сигналов от первичных преобразователей тока и напряжения и передачу по низкоуровневым аналоговым или цифровым интерфейсам.

Исполнения трансформаторов TECV в зависимости от конструкции:

- TECV-C3 опорное исполнение для наружной установки;
- TECV-P1 опорное исполнение для внутренней установки;
- TECV-L1 подвесное исполнение для наружной установки;
- TECV-B1 проходное исполнение для внутренней установки.

Конструкция трансформаторов TECV состоит из помехозащищенных первичных преобразователей тока и напряжения с высоковольтной литой изоляцией и корпуса из атмосферостойкого полимерного композиционного материала. Исполнения TECV-C3, TECV-P1, TECV-B1 имеют встроенный токопровод с адаптерами для подключения к шинам и проводам различных размеров и сечения. Исполнение TECV-C3 имеют опорный изолятор с изоляцией из кремнийорганического полимера, обеспечивающий механическую прочность и требуемый уровень длины пути утечки. Подвесное исполнение TECV-L1 имеет конструкцию с зазором для встраивания в изолированные и неизолированные провода воздушных линий электропередач. Конструкция трансформаторов TECV может включать встроенные высоковольтные конденсаторы и трехфазный импульсный блок питания для емкостного отбора мощности от линии. Трансформаторы TECV имеют дополнительный высокочастотный выход датчика напряжения для работы детектора волновой системы места определения повреждения.

Модификации трансформаторов TECV в зависимости от типа выходного сигнала:

– модификация А однофазных трансформаторов TECV со встроенным электронным модулем и выходными аналоговыми сигналами в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 и ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010, МЭК 61869-6;

– модификация АМУ трехфазных (сборка из трех однофазных) трансформаторов TECV с выносным электронным блоком и выходными аналоговыми сигналами в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 и ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010, МЭК 61869-6;

– модификация D однофазных трансформаторов TECV со встроенным электронным модулем и с выходными интерфейсами в виде цифрового потока в соответствии с МЭК 61850-9-2, МЭК 61869-9, IEEE C37.118.2-2011, МЭК 61850-90-5;

– модификация DMU трехфазных трансформаторов TECV с выносным электронным блоком и выходными интерфейсами в виде цифрового потока в соответствии с МЭК 61850-9-2, МЭК 61869-9, IEEE C37.118.2-2011, МЭК 61850-90-5.

Модификация А/АМУ однофазных или трехфазных трансформаторов TECV с аналоговым электронным модулем/блоком обеспечивает аналоговые преобразования сигналов тока и напряжения, калибровку номинальных коэффициентов масштабных преобразований и угла фазового сдвига (с применением или без применения поправочных коэффициентов) и преобразования в дифференциальный сигнал с заданным вторичным значением.

Модификация D/DMU однофазных или трехфазных трансформаторов TECV с электронным модулем/блоком обеспечивает аналого-цифровые преобразования сигналов с тактированием от внутренних часов реального времени. Микроконтроллер выполняет цифровую обработку измеренных значений и формирование цифрового потока с заданной частотой дискретизации. Точная подстройка внутренних часов от источников внешней синхронизации осуществляется по импульсам 1PPS, через интерфейсы Ethernet по протоколу RTPv2 IEEE 1588-2019 или от встроенного приемника сигналов ГЛОНАСС/GPS (модификация DMU). Модификация DMU поддерживает подключение от 1 до 3 однофазных высоковольтных блоков, от 2 до 4 интерфейсов 100/1000BaseTx и 100/1000BaseFx с поддержкой протокола резервирования PRP, HSR.

Трансформаторы TECV модификации DMU опционально обеспечивают функции устройства синхронных векторных измерений согласно IEEE C37.118.2-2011, МЭК 61850-90-5 с вычислением следующих параметров: значений модулей и абсолютных углов векторов фазных токов и напряжений, частоты и скорости изменения частоты. Трансформаторы TECV поддерживают режимы передачи с частотами дискретизации 5; 10; 50; 100; 150; 200 отчетов в секунду.

Трансформаторы TECV трехфазной модификации AMU/DMU с отдельным электронным блоком обеспечивают контроль тока и напряжения нулевой последовательности с применением дополнительных датчиков тока и напряжения.

Опционально в комплекте поставляется блок согласования нагрузки PSBU, предназначенный для проведения поверки трансформаторов TECV модификации A/AMU. Блок согласования нагрузки PSBU обеспечивает питание, согласование типа сигналов и номинальной нагрузки электронного модуля трансформаторов TECV с входными каналами прибора сравнения.

Структура условного обозначения трансформаторов TECV:

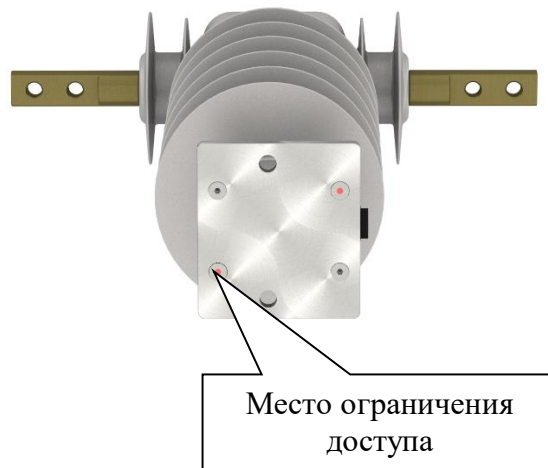
TECV-A-B-C-D-E-F-G-H

Позиция	Расшифровка обозначения типа	
TECV	Трансформаторы тока и напряжения измерительные электронные	
A	Конструктивное исполнение	
	P1	Опорное исполнение внутренней установки
	C3	Опорное исполнение наружной установки
	L1	Подвесное исполнение наружной установки
	B1	Проходное исполнение внутренней установки
B	Класс напряжения	
	6	6 кВ
	10	10 кВ
	15	15 кВ
	20	20 кВ
	24	24 кВ
	27	27 кВ
35	35 кВ	
C	Номинальный первичный ток/расширенный номинальный ток, A	
D	Класс точности по току для измерений или измерений/защиты с предельной кратностью	
	- выход для измерений: 0,2S; 0,5S - выход для защиты: 5P; 5TPE; 10P	
E	Класс точности по напряжению для измерений или измерений/защиты	
	- выход для измерений: 0,2; 0,5; 1,0 - выход для защиты: 3P; 6P	
F	Модификация от типа выходных интерфейсов и количества фаз	
	A	Модификация с низкоуровневым аналоговым интерфейсом с указанием номинальных значений: - по току: 1 - 22,5 мВ; 2 - 150 мВ; 3 - 200 мВ; 4 - 225 мВ; 5 - 333 мВ; 6 - 1 В; 7 - 2 В; 8 - 4 В

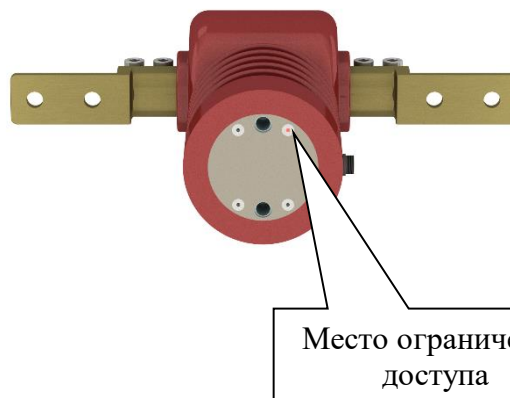
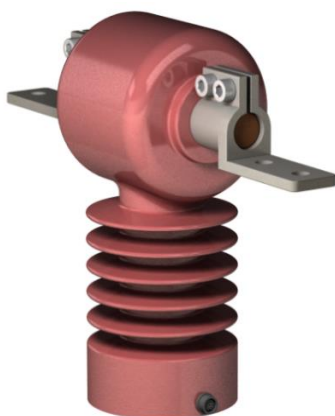
Позиция	Расшифровка обозначения типа	
		- по напряжению: 1 – 1 В; 2 - 1,625 В; 3 - 2 В; 4 - 3,25/ $\sqrt{3}$ В; 5 - 4/ $\sqrt{3}$ В; 6 - 6,5/ $\sqrt{3}$ В; 7 - 3,25 В; 8 - 4 В; 9 - 6,5 В
	AMU	Модификация с низкоуровневым аналоговым интерфейсом с указанием номинальных значений: - по току: 1 - 22,5 мВ; 2 - 150 мВ; 3 - 200 мВ; 4 - 225 мВ; 5 - 333 мВ; 6 - 1 В; 7 - 2 В; 8 - 4 В - по напряжению: 1 – 1 В; 2 - 1,625 В; 3 - 2 В; 4 - 3,25/ $\sqrt{3}$ В; 5 - 4/ $\sqrt{3}$ В; 6 - 6,5/ $\sqrt{3}$ В; 7 - 3,25 В; 8 - 4 В; 9 - 6,5 В
	D	Модификация с цифровым интерфейсом с указанием числа выходов, протокола передачи, частоты дискретизации
	DMU	Модификация с цифровым интерфейсом и выносным блоком объединения с указанием числа выходов, протокола передачи, частоты дискретизации
G	Модификация с дополнительным функционалом	
	N	Модификация с выходом для контроля тока и напряжения нулевой последовательности
	F	Модификация с выходом для определения места повреждения
	P	Модификация с устройством отбора мощности от высоковольтной сети
H	Климатическое исполнение и категория размещения	
	У1; УХЛ1; У2; УХЛ2	

Заводской номер наносится на маркировочную наклейку типографским методом в виде цифрового или буквенно-цифрового кода.

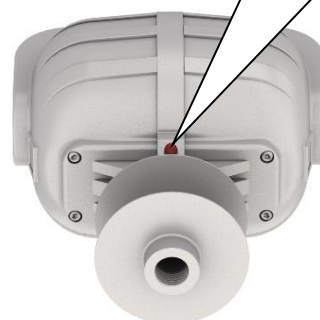
Общий вид трансформаторов ТЕСV с указанием места ограничения доступа к местам настройки (регулировки) представлен на рисунке 1. Способ ограничения доступа к местам настройки (регулировки) – пломбирование с нанесением знака поверки.



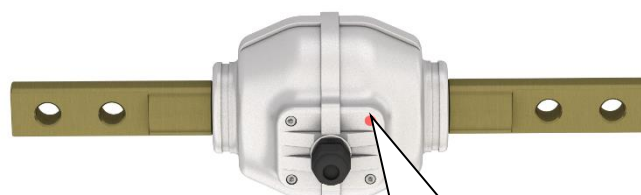
а) исполнение TECV-C3



б) исполнение TECV-P1



в) исполнение TECV-L1



г) исполнение TECV-B1



д) выносной электронный блок DMU/AMU/блок согласования нагрузки PSBU

Рисунок 1 - Общий вид трансформаторов TECV с указанием места ограничения доступа к местам настройки (регулировки)

### Программное обеспечение

Трансформаторы ТЕСV в модификации D/DMU с выходными цифровыми интерфейсами включают встроенное программное обеспечение (далее – ПО), реализуемое на базе микроконтроллера. ПО обеспечивает хранение и защиту от изменений калибровочных значений измерительных каналов в энергонезависимой памяти, математическую обработку и передачу измерительной информации.

ПО программно и аппаратно защищено от случайных и преднамеренных изменений, приводящих к искажению результатов измерений. ПО имеет следующие способы защиты: пломбирование корпуса с ограничением доступа к электронному модулю, использование встроенного средства загрузки ПО с применением алгоритмов шифрования, разграничение доступа к данным ПО.

ПО является метрологически значимым.

Метрологические характеристики трансформаторов ТЕСV нормированы с учетом влияния ПО.

Конфигурирование трансформаторов ТЕСV в модификации D/DMU осуществляется внешним ПО «ТЕСV Configurator», которое не является метрологически значимым.

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

Идентификационные данные ПО трансформаторов ТЕСV приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	tecv_dcm.sfb
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	4.0.0.0
Цифровой идентификатор ПО	-

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование параметра	Значение
Наибольшее рабочее напряжение $U_{нр}$ , кВ:	
– для исполнения ТЕСV-С3	40,5
– для исполнения ТЕСV-Р1	40,5
– для исполнения ТЕСV-Л1	24
– для исполнения ТЕСV-В1	40,5
Номинальная частота $f_{ном}$ , Гц	50
Номинальное первичное напряжение, $U_{1ном}$ , кВ:	
– для исполнения ТЕСV-С3	от 6 до 35
– для исполнения ТЕСV-Р1	от 6 до 35
– для исполнения ТЕСV-Л1	от 6 до 20
– для исполнения ТЕСV-В1	от 6 до 35
Номинальное вторичное напряжение выхода по напряжению для модификации А/АМУ $U_{2ном}$ , В**	1; 1,625; 2; 3,25; 4; 6,5; 3,25/√3; 4/√3; 6,5/√3

Наименование параметра	Значение
Класс точности в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010: - выход для измерений - выход для защиты	0,2; 0,5 3P; 6P
Номинальный первичный ток $I_{1ном}$ , А	от 10 до 3000
Класс точности в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010: - выход для измерений - выход для защиты	0,2S; 0,5S 5P; 5TPE; 10P
Класс точности при наличии гармоник по ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010 выхода для измерений	0,1
Номинальное вторичное напряжение выхода по току для модификации А/АМУ, $U_{2ном}$ :** - выход для измерений, В - выход для защиты, мВ	1; 2; 4 22,5; 150; 200; 225; 333
Номинальный коэффициент перенапряжения (в течение 8 ч)	1,9
Номинальный коэффициент превышения первичного тока, $K_{1ном}$ : - выход для измерений*	от 1,2 до 10
Коэффициент предельной кратности, $K_{1ПКном}$ : - выход для защиты	от 10 до 80
* Максимальная сила переменного тока с учетом коэффициента превышения первичного тока: не более 3600 А; ** Номинальное вторичное напряжение выхода по току и напряжению определяется модификацией, конкретное значение указывается в паспорте	

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Частота дискретизации для модификации D/DMU, Гц*	4000; 12800
Номинальная вторичная нагрузка для модификации А/АМУ, кОм, не менее: - для цепей тока - для цепей напряжения	10; 100; 1000 10; 100; 1000
Полоса пропускания по уровню -3 дБ для модификации А/АМУ, Гц: - при измерении силы переменного тока - при измерении напряжения переменного тока	от 30 до 3 000 от 10 до 20 000
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69: - в диапазоне температур окружающей среды от -45 до +60 °С - в диапазоне температур окружающей среды от -60 до +60 °С	У2; У1 ХЛ2; УХЛ1
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более: - для исполнения TECV-C3  - для исполнения TECV-P1  - для исполнения TECV-L1	от 400×300×125 до 600×450×200  от 250×350×125 до 350×350×150  от 250×125×180 до 300×150×200



Наименование параметра	Значение
- для исполнения TECV-B1	от 350×120×120 до 400×180×180
Масса, кг, не более: - для исполнения TECV-C3 - для исполнения TECV-P1 - для исполнения TECV-L1 - для исполнения TECV-B1	7 5 4 4
Габаритные размеры выносного электронного блока DMU/AMU/ блока согласования нагрузки PSBU (длина×ширина×высота), мм, не более	150×150×50
Масса выносного электронного блока DMU/AMU/блока согласования нагрузки PSBU, кг, не более	0,5
Диапазон напряжения питания электронного модуля/блока, В: - напряжение двухполярное постоянного тока для модификации А - напряжение постоянного тока для модификации D - напряжение постоянного тока для модификации DMU/AMU/блок согласования нагрузки PSBU - напряжение переменного тока (при частоте от 45 до 55 Гц) для модификации DMU/AMU/ блок согласования нагрузки PSBU	12±1,2; 15±1,5 от 9 до 28 от 9 до 28 от 120 до 360 от 90 до 265
Потребляемая мощность, В·А, не более: - для модификации А - для модификации AMU - для модификации D - для модификации DMU - для блока согласования нагрузки PSBU	0,3 1,0 1,5 4 3
Средний срок службы, лет	30
Средняя наработка на отказ, ч	270000
* Частота дискретизации может быть изменена по требованию заказчика на любую частоту, но не более 96000 Гц	

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист паспорта, руководства по эксплуатации типографским способом и маркировочную наклейку любым технологическим способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Трансформатор тока и напряжения измерительный комбинированный электронный TECV	–	1 шт.
Руководство по эксплуатации	ОПТ.Тхх.002 РЭ	1 экз.
Паспорт	ОПТ.Тхх.001 ПС	1 экз.
Блок согласования (опция)	PSBU	1 шт.
xx - соответствует исполнениям С3, Р1, L1, В1		

**Сведения о методиках (методах) измерений**  
приведены в разделе 3 «Устройство и работа» руководства по эксплуатации.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к трансформаторам тока и напряжения измерительным комбинированным электронным ТЕСУ**

ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 «Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электронные трансформаторы напряжения»

ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010 «Трансформаторы измерительные. Часть 8. Электронные трансформаторы тока»

МИ 3476-2015 «Технические требования по реализации цифрового интерфейса для измерительных преобразователей с использованием МЭК 61850-9-2 LE»

ТУ 26.51.43-007-21745276-2019 «Трансформаторы тока и напряжения измерительные комбинированные электронные ТЕСУ. Технические условия»

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Оптиметрик» (ООО «Оптиметрик»)

Адрес деятельности: 150031, г. Ярославль, ул. Промышленная, д. 20, стр. 2, пом. 2-1

Место нахождения и адрес юридического лица: 150031, г. Ярославль, ул. Промышленная, д. 20, стр. 2, пом. 2-1

ИНН 7604257354

**Испытательный центр**

Общество с ограниченной ответственностью «Испытательный центр разработок в области метрологии» (ООО «ИЦРМ»)

Место нахождения и адрес юридического лица: 117546, г. Москва, Харьковский проезд, д.2, этаж 2, пом. I, ком. 35,36

Аттестат аккредитации ООО «ИЦРМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311390 от 18.11.2015 г.

