

УДК 53.089.6

Дистанционная калибровка шаблонов в районах Крайнего Севера

Э. Ю. Чистяков, А. Ю. Павлов, Я. А. Гренадер, А. Г. Нуриев

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

Для цитирования: Чистяков Э. Ю., Павлов А. Ю., Гренадер Я. А., Нуриев А. Г. Дистанционная калибровка шаблонов в районах Крайнего Севера // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2023. — Т. 20. — Вып. 1. — С. 133–141. DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-133-141

Аннотация

Цель: Рассмотреть возможность проведения дистанционной калибровки электронных путевых шаблонов в районах Крайнего Севера. Поверка и калибровка средств измерений являются важнейшими метрологическими операциями, направленными на обеспечение единства измерений и позволяющими определить значения измеряемой величины по показаниям средства измерений, определить поправки к его показаниям и оценить погрешность этих средств. С развитием общества и технологий актуальным стал курс на совершенствование процедур калибровки средств измерений и автоматизацию процессов. Активное внедрение программируемых средств измерений открыло возможности для внедрения новых способов передачи единиц физических величин. Показать преимущество дистанционной калибровки электронных путевых шаблонов по сравнению с обычной калибровкой в экономическом и временном аспектах, так как исчезает необходимость транспортировать путевой шаблон в отдаленные центры метрологии для проведения периодической калибровки. **Методы:** Проведение эксперимента дистанционной калибровки электронного путевого шаблона на большом расстоянии с использованием глобальной сети Интернет и специального программного обеспечения, а именно программ «Модуль интеграции», «Сервисное ПО Нева-1», LetsView, Unitess View, «Агент Мейл.ру». **Результаты:** Определена возможность проведения дистанционной калибровки, опробованы необходимые для работы программы, представлены результаты экспериментального исследования с использованием глобальной сети Интернет, и получен протокол калибровки. **Практическая значимость:** Определена возможность внедрения дистанционной калибровки, которая позволит снизить затраты на транспортировку электронных путевых шаблонов для их периодической калибровки и уменьшить затрачиваемое время на метрологическое обслуживание.

Ключевые слова: Дистанционная калибровка, электронный путевой шаблон, измерение, информационные технологии, Крайний Север.

Введение

В современном мире активно развиваются технологии, автоматизируются процессы и решаются вопросы по ресурсосбережению. Новым направлением в автоматизации процессов, выполняемых с целью метрологического обслуживания средств измерений (далее — СИ), является дис-

танционная калибровка. Отношения, возникающие при выполнении измерений, регулирует Федеральный закон № 102-ФЗ [1]. Отметим, что калибровке в системе калибровки ОАО «Российские железные дороги» (далее — СКРЖД) подвергаются СИ, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования

обеспечения единства измерений. Требования, предъявляемые к калибровке, отражены в СТО РЖД 06.001—2014 [2], СТО РЖД 06.002—2014 [3] и СТО РЖД 06.003—2014 [4].

В данной статье описывается метод контроля метрологических характеристик (далее — МХ) электронных путевых шаблонов в отдаленных районах Крайнего Севера. Предполагается, что использование дистанционной калибровки шаблонов в метрологических службах линейных предприятий ОАО «Российские железные дороги» (далее — ОАО «РЖД») приведет к положительному экономическому и временному эффекту.

В 2020 году ОАО «РЖД» начали активно внедрять электронные путевые шаблоны для контроля параметров железнодорожного пути. Октябрьский центр метрологии — филиал ОАО «РЖД» (далее — ОЦМ), выполняющий функцию метрологического контроля СИ, начал производить калибровку данных шаблонов. Совместно с ОЦМ и кафедрой «Строительные материалы и технологии» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (далее — кафедра) был осуществлен ряд экспериментов по проведению дистанционной калибровки с использованием шаблона путевого электронного «НЕВА — 1С» (далее — шаблон) [5].

Описание электронного путевого шаблона «НЕВА — 1С»

Шаблоны предназначены для измерения геометрических параметров железнодорожных и трамвайных путей шириной колеи 1520 мм: ширина колеи, относительного возвышения рельсов (уровня), ординат переводных кривых, расстояний «сердечник крестовины — контррельс», расстояния «контррельс — усовик», ширины желобов, размера бокового износа головки рельса, вертикального отклонения элементов рельсовой колеи относительно поверхности катания.

Шаблон (рис. 1) изготовлен на базе алюминиевого конструкционного профиля, состоит из подвижного и неподвижного упоров, рукоятки с рычагом, концевого датчика (в зависимости от модификации). На профиль устанавливается измерительный узел, содержащий измерительные датчики, кнопки управления и индикатор, каретка измерительная.

Калибровка электронного путевого шаблона «НЕВА — 1С»

Калибровка — это совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик СИ [1]. Калибровка проводится метрологической службой или физическим лицом при наличии надлежащих условий для квалифицированного выполнения этой работы.

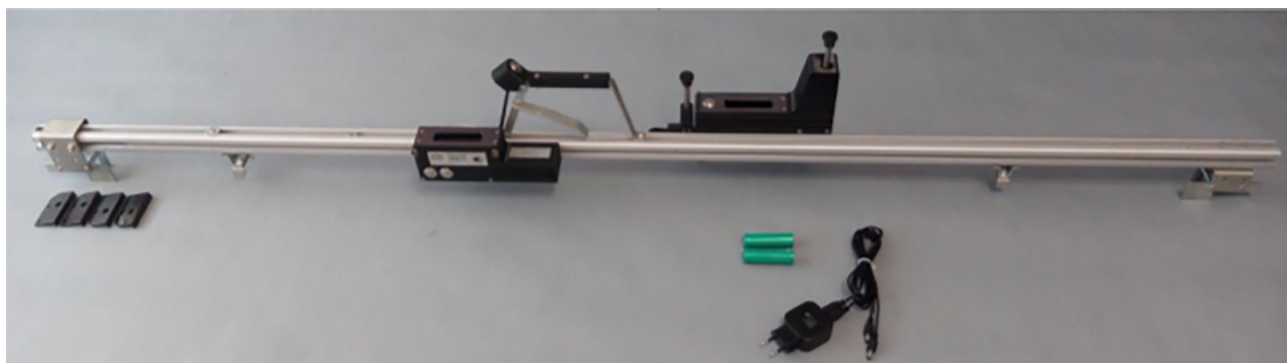


Рис. 1. Электронный путевой шаблон «НЕВА — 1С»



Рис. 2. Камера и установка для проведения дистанционной калибровки

Калибровка шаблона осуществляется по методике ВДМА.663500.186 МК «Шаблоны электронные путевые» [6].

Основные средства, необходимые для проведения калибровки:

- стенд для контроля путевых шаблонов модели 31000;
- термогигрометр;
- мегаомметр.

Допускается применение аналогичных средств калибровки, обеспечивающих определенные метрологические характеристики калибруемых средств измерений с требуемой точностью.

Для проведения калибровки в ОЦМ согласно регламенту необходимо:

- 1) предоставить шаблон на калибровку в ОЦМ;
- 2) произвести калибровку шаблона в установленный срок;
- 3) выдать откалиброванный шаблон.

Такой способ калибровки является высокозатратным как в финансовом, так и временном аспекте. Для решения этой проблемы мы совместно с кафедрой и ОЦМ реализовали дистанционный способ калибровки шаблонов, собрав установку для ее проведения и оценив эффективность данного способа.

Описание установки для проведения дистанционной калибровки электронного путевого шаблона «НЕВА — 1С»

Собранная установка представлена на рис. 2. Для проведения дистанционной калибровки необхо-

димо учесть условия окружающей среды [7, 8]. Оценка условий окружающей среды может осуществляться с помощью термогигрометров с цифровым выходом и возможностью подключения к ПК.

Установка состоит из комплекса устройств, таких как:

- персональный компьютер (далее — ПК);
- стенд для контроля путевых шаблонов модели 31000;
- шаблон;
- смартфон с операционной системой Android;
- 2 камеры, изображения которых выводятся на ПК. Одна камера направлена на оператора шаблона, а вторая — на стенд (рис. 3);
- термогигрометр;
- мегаомметр.

Программное обеспечение для проведения дистанционной калибровки путевого шаблона «НЕВА — 1С»

Для проведения дистанционной калибровки шаблона необходимо специальное программное обеспечение, которое состоит из таких программ, как:

- LetsView — программа для трансляции экрана смартфона на удаленный персональный компьютер или любое другое устройство (рис. 4);
- Unitess View — программа для дублирования показаний термогигрометра, подключенного к персональному компьютеру (рис. 5);



Рис. 3. Изображения с двух камер

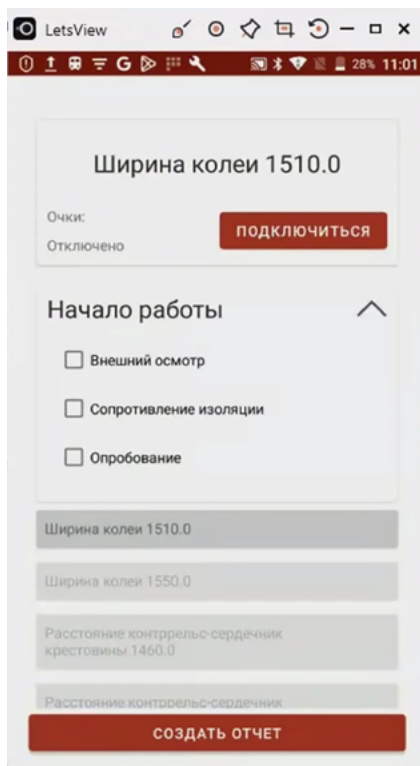


Рис. 4. Пример работы программы сервисное ПО Нева-1 через трансляцию экрана смартфона с помощью программы LetsView

Транспорт				
B2	Имя	t, °C	RH, %	P, kPa
	170251	23.07	61.90	101.02

Рис. 5. Пример работы программы Unitess View

- «Агент Мейл.ру» — программа для коммуникации оператора и калибровщика;
- Bandicam — программа для записи экрана во время калибровки для составления видеопотока.

Электронный путевой шаблон является программируемым средством измерения, который имеет возможность связываться через Bluetooth с другими устройствами. Интернет выступает как средство передачи данных [9].

Шаблон совместно со смартфоном обеспечивает прием данных от электронного блока шаблона, их первичную обработку и хранение, визуализацию, первичное заполнение установленных форм документов.

На телефон необходимо установить специализированное программное обеспечение для подключения к путевому шаблону:

- модуль интеграции — необходим для корректной работы сервисного ПО Нева-1;
- сервисное ПО Нева-1, которое подключается к шаблону для проведения калибровочных работ (трансляция экрана смартфона проводится через Letsview), (рис. 4).

Сервисное ПО Нева-1 выполняет следующие функции:

- получение данных от шаблона;
- формирование отчетов по заданной форме;
- отображение данных.

Дистанционная калибровка путевого шаблона «Нева — 1С»

После сбора установки и загрузки всего необходимого программного обеспечения можно приступить к дистанционной калибровке.

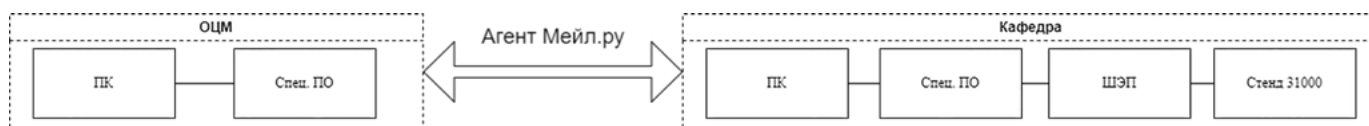


Рис. 6. Схема коммуникации при дистанционной калибровке

Для проведения дистанционной калибровки обучающийся кафедры (далее — оператор) связывается с калибровщиком ОЦМ, который установил программы, описанные в разделе «Программное обеспечение для проведения дистанционной калибровки путевого шаблона “НЕВА — 1С”».

Коммуникация между калибровщиком и оператором приведена на схеме — рис. 6.

Эта схема наглядно показывает, как через программу «Агент Мейл.ру», связываются калибровщик и оператор, чтобы провести дистанционную калибровку шаблона [10].

При выполнении дистанционной калибровки оператору сообщают последовательность действий согласно методике калибровки шаблона и контролируют правильность ее выполнения.

По завершению проведения оператором калибровки программа сервисное ПО Нева-1 формирует протокол результатов измерений. Кроме

электронного протокола ведется видеofиксация процесса калибровки.

Последовательность действий для выполнения дистанционной калибровки электронного путевого шаблона:

1. Калибровщик центра метрологии созванивается по видеосвязи с оператором, который готовится к проведению калибровки.

2. Калибровщик посредством специального программного обеспечения ведет запись экрана для составления видеопотокола калибровки.

3. Оператор демонстрирует свой экран калибровщику через программу для коммуникации «Агент Мейл.ру», на котором транслируется действия оператора через две установленные камеры. Также на экране отображаются: температура, влажность, давление и экран смартфона, подключенный к шаблону для его калибровки (рис. 7).

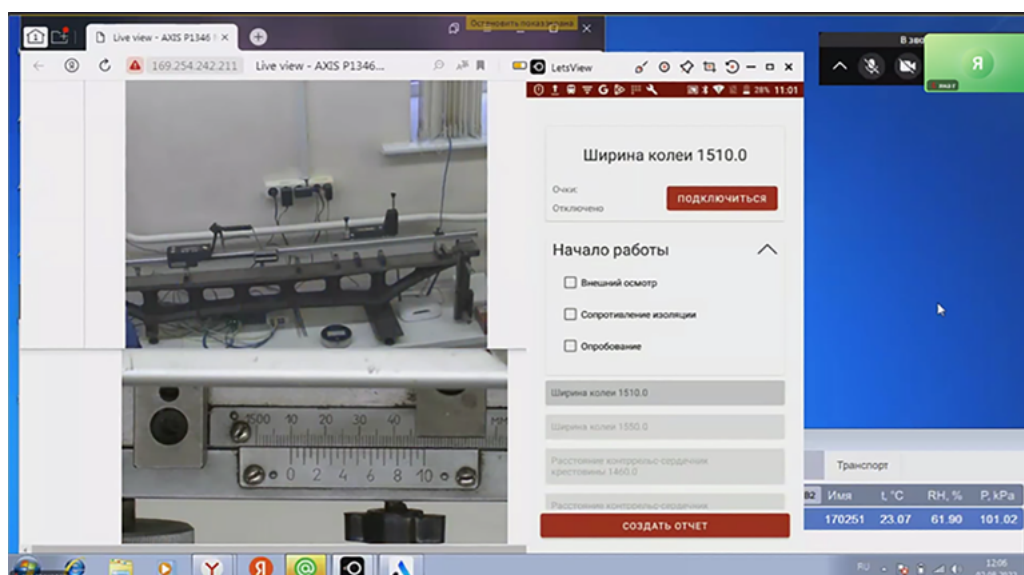


Рис. 7. Экран компьютера со всеми программами, который дублируется от оператора калибровщику через программу для коммуникации «Агент Мейл.ру»

4. Калибровщик, согласно установленной методике, задает необходимые параметры оператору, которые следует выполнить для калибровки шаблона.

5. После правильного выполнения всех пунктов оператор отправляет готовый отчет со всеми результатами калибровки на электронную почту калибровщика (рис. 8).

Дистанционная калибровка на этом завершается. Оператор выполнил калибровку и получил протокол о калибровке шаблона, а калибровщик в виде доказательств выполнения калибровки имеет как электронный протокол с определенными значениями МХ шаблона, так и видеопротокол с выполнением дистанционной калибровки.

В ходе научно-исследовательской работы студентами кафедры совместно с ОЦМ была выполнена дистанционная калибровка шаблона. С помощью специализированного программного обеспечения автоматически был получен протокол калибровки СИ, запись экрана компьютера в ходе проведения дистанционной калибровки представляет собой видеопротокол выполняемых оператором действий. Определено, что необходимо предъявлять высокие требования к качеству связи и скорости передачи информации, чтобы осуществлять надлежащий визуальный контроль за действиями оператора.

Вопрос защиты информации от искажения результатов решается с помощью программного обеспечения на смартфоне оператора. Если в ходе выполнения калибровки значения, которые получает оператор, выходят за пределы допускаемых отклонений, то доступ к измерениям остальных МХ блокируется. В таком случае протокол калибровки формируется только по измеренным параметрам.

Заключение

Реализация дистанционной калибровки электронных путевых шаблонов является ответом на

решение проблем, связанных с трудной логистикой транспортировки шаблонов из отдаленных точек Крайнего Севера. На Северной железной дороге самым длинным маршрутом, расстоянием в 3000 километров, является путь из Елецкого поселка в город Сосногорск, откуда транспортируют электронные путевые шаблоны для калибровки в метрологическую лабораторию Сосногорска. Для того чтобы откалибровать шаблоны, необходимо иметь подменный фонд на то время, пока шаблон отправляется на калибровку, каждый шаблон стоит примерно 250 000 рублей, также необходимо оплачивать командировочные работнику, который везет шаблоны для метрологического обслуживания, выделять автомобиль, оплачивать услуги водителя и топливо, работникам при транспортировке приходится делать 4 поездки: привезти шаблон в центр метрологии, уехать обратно и дожидаться извещения о проведении калибровки, приехать снова в центр, забрать откалиброванные шаблоны и вернуться с ними на свое рабочее место. Таким образом, дистанционная калибровка сокращает временные затраты и вытекающие из всего вышеперечисленного финансовые затраты. Внедрение и использование данного метода калибровки шаблонов зависит от признания результатов данной метрологической услуги.

Недостатком дистанционной калибровки является необходимость транспортировать забракованные шаблоны в центр метрологии для их ремонта, а также есть возможность внесения изменений оператором в протокол измерений.

Статья опубликована при поддержке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» инициативных научных работ, выполняемых студенческими научными коллективами.

<p>Октябрьский центр метрологии - структурное подразделение Октябрьской железной дороги - филиала ОАО "РЖД"</p> <p>169240, Санкт-Петербург, участок ж.д. Липовский канал - Пулковское шоссе, лит.А, пом. 1Н, 2-Н</p> <p>Регистрационный номер в реестре аккредитованных лиц RARU 310555</p> <p>Протокол калибровки № от 02.08.22</p> <p>1. Общие сведения</p>		<p>Результаты калибровки</p> <p>Внешний осмотр соответствует п.5.1.5 методики калибровки</p> <p>Проверка сопротивления изоляции не менее 50 МОм соответствует п.5.2 методики калибровки</p> <p>Опробование соответствует п.5.3 методики калибровки</p> <p>Проверка соответствия ПО нет возможности провести данную операцию.</p> <p>Определение метрологических характеристик:</p>		
Вид поверки	Периодическая	Измеряемый параметр	погрешность шаблона, мм(°)	предел допускаемой погрешности, мм
Наименование заказчика		Ширина колес	1510,6	0,6
Основание для проведения поверки (номер заказ-наряда, АП, договора и т.п.)		Расстояние между рабочими гранями сердечника и контррельса	1550,9	0,9
Наименование СИ, тип	Шаблоны путевые электронные "НЕВА-1С"	Расстояние между рабочими гранями усовика и контррельса	1460,4	0,4
Заводской серийный номер СИ	NEVA-0158	Ширина желобов	1500,3	0,3
Метрологические характеристики (диапазон, класс точности, погрешность и т.п.)	Диапазон (0-1560)мм ПГ± 1 мм	55,2	1420,7	0,7
		39,8	1460,5	0,5
		400,1	324,6	0,2
		324,6	650,6	0,6
		1480,8	1480,8	0,8
2. Методика поверки		Вертикальное отклонение элементов стрелочных переводов	0	0
Шаблоны путевые электронные "НЕВА-1С" Методика калибровки МЛАС.401739.377 МК		Измерение бокового изгиба головки рельса, рамного рельса и остряка	-20,2	0,2
3. Применяемые эталоны		27,8	0,3	0,3
Стенд для контроля путевых шаблонов модели 31000 ТУ 3938-022-59489947-2007 с погрешностью воспроизведения значения ширины колеи, ординат переводных кривых, ширины желобов, расстояния между рабочими гранями сердечника или усовика и контррельса не более ±0,1 мм, возвышения одного рельса относительно другого не более ±0,2 мм		-0,9	0,9	0,9
Меры длины концевые плоскопараллельные набор Н2 КТ-2 ГОСТ 9038-90		-60,4	0,4	0,4
4. Применяемые вспомогательное оборудование и СИ		-80,4	0,4	0,4
Мегаомметр с верхним пределом измерений 500 МОм и номинальным напряжением 500В ГОСТ 23706-93		-119,9	0,1	0,1
5. Условия проведения поверки		-160,4	0,4	0,4
Нормируемые параметры	Допускаемые значения	1	1	1
Температура окружающего воздуха, °С	20±5	60	0	0
Относительная влажность, %	30-80%	80,1	0,1	0,1
		119,9	0,1	0,1
		160,1	0,1	0,1
		*-величина погрешности указана по модулю		
		На основании результатов периодической калибровки установлено, что технические и метрологические характеристики соответствуют требованиям изготовителя (МЛАС.401739.377 РЭ-1У). Установить соответствие ПО требованиям изготовителя не представляется возможным, отсутствует МРМ.		
		Место для знака калибровки		
		Начальник отдела линейно-угловых измерений	подпись	А.Ю.Павлов Инициалы, фамилия
		Калибровщик	подпись	А.Ю.Павлов Инициалы, фамилия
		Дата выдачи сертификата калибровки г.		

Рис. 8. Протокол калибровки

Библиографический список

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» // Российская газета. — 2008. — № 140.

2. СТО РЖД 06.001—2014. Система калибровки средств измерений в ОАО «РЖД». Основные положения. — 2014. — 22 с.

3. СТО РЖД 06.002—2014. Система калибровки средств измерений в открытом акционерном обществе «Российские железные дороги». Порядок аккредитации на компетентность в области калибровки средств измерений и предоставления права выполнения калибровочных работ в системе калибровки средств измерений в ОАО «РЖД». — 2014. — 46 с.

4. СТО РЖД 06.003—2014. Система калибровки средств измерений в открытом акционерном обществе «Российские железные дороги». Калибровочные клейма. — 2014. — 20 с.

5. Кулешов А. В. Описание типа средства измерений / А. В. Кулешов // Шаблоны путевые электронные. — URL: <https://www.ktopoverit.ru/prof/opisanie/74678-19.pdf> (дата обращения: 10.11.2022).

6. ВДМА.663500.186 МК. Шаблоны электронные путевые. Методика калибровки. — Санкт-Петербург, 2020. — 16 с.

7. Шаблоны путевые электронные «НЕВА-1». Методика калибровки. — Санкт-Петербург, 2020. — 19 с.

8. ПР 50.2.016—94 ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ // Российские вести. — 1995. — № 78.

9. Производители, поставщики и поверители // Шаблоны электронные путевые ШЭП. — URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/75892-19-shep> (дата обращения: 10.11.2022).

10. Толочко Т. К. Дистанционная калибровка средств измерений / Т. К. Толочко, А. В. Гусинский, А. М. Кострикин // Доклады БГУИР. — 2008. — № 1(31). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantcionnaya-kalibrovka-sredstv-izmereniy> (дата обращения: 10.11.2022).

Дата поступления: 12.01.2023

Решение о публикации: 13.02.2023

Контактная информация:

НУРИЕВ Али Гасаналиевич — студент;
informatiks20@gmail.com

ГРЕНАДЕР Яна Алексеевна — студент;
yana.grenader@yandex.ru

ЧИСТЯКОВ Эдуард Юрьевич — ст. преподаватель;
chistyakov@pgups.ru

ПАВЛОВ Алексей Юрьевич — ст. преподаватель;
zedasmo3@gmail.com

Remote Calibration of Templates in the Far North districts

E. Yu. Chistyakov, A. Yu. Pavlov, Ya. A. Grenader, A. G. Nuriev

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

For citation: Chistyakov E. Yu., Pavlov A. Yu., Grenadier Ya. A., Nuriev A. G. Remote Calibration of Templates in the Far North districts // *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2023, vol. 20, iss. 1, pp. 133–141. (In Russian). DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-133-141

Summary

Purpose: To consider the possibility of remote calibration of electronic travel templates in the Far North districts. Verification and calibration of measuring instruments are the most important metrological operations aimed at the support of measurement uniformity and allowing to determine being measured quantity values with the indications of a measuring instrument, to define corrections to its indications and to estimate the inaccuracy of these instruments. With society and technology development, the course on the improvement of calibration procedures of measuring instruments and automation of processes has become relevant. Active introduction of programmable measuring instruments has opened up opportunities for the introduction of new ways of

transmitting the units of physical quantities. To show the advantage of remote calibration of electronic trip templates in comparison with conventional calibration in economic and time terms since the need to transport a trip template to distant metrology centers for periodic calibration check disappears. **Methods:** Conducting experiment of remote calibration of electronic trip template at a big distance using Internet global network and special software, namely the programs “Integration Module”, “Neva-1 Service Software” “LetsView”, “Unitess View”, “Agent Mail.ru”. **Results:** The possibility of remote calibration was determined, the programs necessary for the work were tested, the results of experimental study with the use of Internet global network were presented and calibration protocol was obtained. **Practical significance:** The possibility of introducing remote calibration has been determined which will allow to reduce cost for transportation of electronic trip templates upon their periodic calibration and to lower the required time for metrological maintenance.

Keywords: Remote calibration, electronic trip template, measurement, informational technologies, Far North.

References

1. Federal'nyy zakon ot 26 iyunya 2008 g. № 102-FZ “Ob obespechenii edinstva izmereniy” [Federal Law of June 26, 2008 № 102-FZ “On Ensuring the Uniformity of Measurements”]. *Rossiyskaya gazeta* [Russian newspaper]. 2008, Iss. 140. (In Russian)
2. *STO RZhd 06.001—2014. Sistema kalibrovki sredstv izmereniy v OAO “RZhd”*. *Osnovnye polozheniya* [STO RZD 06.001—2014. Calibration system of measuring instruments in JSC “RZD”. Basic provisions]. 2014, 22 p. (In Russian)
3. *STO RZhd 06.002—2014. Sistema kalibrovki sredstv izmereniy v otkrytom aktsionernom obshchestve “Rossiyskie zheleznye dorogi”*. *Poryadok akkreditatsii na kompetentnost' v oblasti kalibrovki sredstv izmereniy i predostavleniya prava vypolneniya kalibrovochnykh rabot v sisteme kalibrovki sredstv izmereniy v OAO “RZhd”* [STO RZD 06.002—2014. Calibration system of measuring instruments in the open Joint Stock Company “Russian Railways”. The procedure for accreditation for competence in the field of calibration of measuring instruments and granting the right to perform calibration work in the calibration system of measuring instruments in JSC “Russian Railways”]. 2014, 46 p. (In Russian)
4. *STO RZhd 06.003—2014. Sistema kalibrovki sredstv izmereniy v otkrytom aktsionernom obshchestve “Rossiyskie zheleznye dorogi”*. *Kalibrovochnye kleyma* [STO RZD 06.003—2014. Calibration system of measuring instruments in the open Joint Stock Company “Russian Railways”. Calibration stamps]. 2014, 20 p. (In Russian)
5. Kuleshov A. V. Opisanie tipa sredstva izmereniy [Description of the type of measuring instrument]. *Shablony putevye elektronnye* [Travel electronic templates]. Available at: <https://www.ktopoverit.ru/prof/opisanie/74678-19.pdf> (accessed: November 10, 2022). (In Russian)
6. *VDMA.663500.186 MK. Shablony elektronnye putevye. Metodika kalibrovki* [VDMA.663500.186 MK. Electronic travel templates. Calibration procedure]. St. Petersburg, 2020, 16 p. (In Russian)
7. *Shablony putevye elektronnye “NEVA-1”. Metodika kalibrovki* [Electronic travel templates “NEVA-1”. Calibration procedure]. St. Petersburg, 2020, 19 p. (In Russian)
8. PR 50.2.016—94 GSI. Trebovaniya k vypolneniyu kalibrovochnykh rabot [Requirements for performing calibration work]. *Rossiyskie vesti* [Russian News]. 1995, Iss. 78. (In Russian)
9. Proizvoditeli, postavshchiki i poveriteli [Manufacturers, suppliers and verifiers]. *Shablony elektronnye putevye ShEP* [Templates electronic travel SHEP]. Available at: <https://all-pribors.ru/opisanie/75892-19-shep> (accessed: November 10, 2022). (In Russian)
10. Tolochko T. K., Gusinskiy A. V., Kostrikin A. M. Dstantsionnaya kalibrovka sredstv izmereniy [Remote calibration of measuring instruments]. *Doklady BGUIR* [Reports of BSUIR]. 2008, Iss. 1(31). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/dstantsionnaya-kalibrovka-sredstv-izmereniy> (accessed: November 10, 2022). (In Russian)

Received: January 12, 2023

Accepted: February 13, 2023

Author's information:

Ali G. NURIEV — Student;

informatiks20@gmail.com

Yana A. GRENADER — Student;

yana.grenader@yandex.ru

Eduard Yu. CHISTYAKOV — Senior Lecturer;

chistyakov@pgups.ru

Alexey Yu. PAVLOV — Senior Lecturer;

zedasmo3@gmail.com