

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А. С. Никитин

«13» января 2020 г.

СКАНЕРЫ ЛАЗЕРНЫЕ RIEGL VZ-200, RIEGL VZ-2000i

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 21-18

г. Москва,
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на сканеры лазерные RIEGL VZ-200, RIEGL VZ-2000i (далее - сканеры), производства «RIEGL Laser Measurement Systems GmbH», Австрия и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 1 год.

1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, идентификация программного обеспечения	7.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	7.3	-	-
3.1	Определение абсолютной погрешности измерений расстояний	7.3.1	Да	Да
3.2	Определение абсолютной погрешности измерений угла	7.3.2	Да	Да

2 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны, приведённые в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.3.1	Рабочий эталон 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2831 - фазовый светодальномер (электронный тахеометр)
7.3.2	<u>Вспомогательные средства поверки:</u> Квадрант оптический КО-60М, $\pm 120^\circ$, ПГ $\pm 30''$ (рег. № 26905-04)

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на приборы и средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке.

4 Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на сканеры, поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

5 Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды для сканеров RIEGL VZ-200, °С.... (от -10 до +45)
- температура окружающей среды для сканеров RIEGL VZ-2000i, °С.... (от -20 до +40)

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства измерений;
- сканеры и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- сканер и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие сканера следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики поверяемого сканера;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации, на поверяемый сканер;

Если хотя бы одно из требований п.7.1 не выполняется, сканер признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.2 Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, идентификация программного обеспечения

7.2.1 При опробовании должно быть установлено соответствие сканера следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

7.2.2 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом:

Включить компьютер и запустить ПО «RiSCAN PRO». Идентификационные данные программного обеспечения появятся в верхнем левом углу после загрузки ПО.

Включить сканер в соответствии с руководством по эксплуатации. В меню инструмента выбрать «Состояние» => «Версия и тип». В появившемся диалоговом окне отобразится наименование и версия ПО.

Данные, полученные по результатам идентификации ПО, должны соответствовать таблицам 1-3.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные(признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	RiSCAN PRO
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	2.7.1
Цифровой идентификатор ПО	89ee7d149e414ad70c188fbb4e4860424416b102
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	SHA1

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения сканера RIEGL VZ-200

Идентификационные данные(признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	190212_081639_VZ-200_18.05.23.2
Цифровой идентификатор ПО	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-

Таблица 3 - Идентификационные данные программного обеспечения сканера RIEGL VZ-2000i

Идентификационные данные(признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	190211_141117_VZ-2000i_18.10.3.6
Цифровой идентификатор ПО	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-

Если хотя бы одно из требований п.7.2 не выполняется, сканер признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояний

Абсолютная погрешность измерений расстояний определяется путём многократного (не менее 5) измерения не менее 3 контрольных расстояний (базисов), действительные длины которых равномерно расположены в заявленном диапазоне измерений расстояний.

Определение абсолютной погрешности измерений расстояний проводить в следующей последовательности:

- разместить в зоне проведения испытаний штатив для установки сканера;
- разместить на штативе эталонный тахеометр;
- разместить в зоне проведения испытания штатив для установки мишени. Штатив необходимо установить на расстоянии близком (но не более) к верхнему пределу измерений расстояний сканера.
 - установить на него щит-мишень с черно-белой маркой (коэффициент диффузного отражения не ниже 0,80) размером не менее (300×300) мм для сканеров RIEGL VZ-200 и не менее (700×700) для сканеров RIEGL VZ-2000i. При помощи квадранта оптического КО-60М убедиться в том, что щит-мишень установлен в вертикальной плоскости. Располагать щит-мишень следует к штативу сканера таким образом, чтобы плоскость щита-мишени была перпендикулярна направлению на штатив;
 - разместить в геометрическом центре щита-мишени отражательную призму;
 - включить эталонный тахеометр, перевести его в отражательный режим измерений расстояний;
 - измерить эталонным тахеометром расстояние до призмы на щите-мишени. Результат занести в протокол;
 - выключить и демонтировать со штатива эталонный тахеометр. Убрать призму с мишени;
- установить на штатив поверяемый сканер таким образом, чтобы сканируемый щит-мишень оказался в первой четверти углового поля сканирования горизонтальной плоскости сканера;
 - через интерфейс пользователя сканера выставить с помощью угловых интервалов необходимое разрешение сканирования и затем запустить процедуру сканирования. Дождаться окончания сканирования;
 - сохранить данные, полученные при сканировании;
 - повторить вышеописанные операции по сканированию щита-мишени не менее 5 раз;
 - по завершению процесса сканирования, снять с трегера сканер и снова установить на его место эталонный тахеометр;
 - снова разместить в геометрическом центре щита-мишени отражательную призму;

- включить эталонный тахеометр, перевести его в отражательный режим измерений расстояний;
- измерить эталонным тахеометром расстояние $S_{0 \text{ кон}}$ до призмы на щите-мишени. Результат измерений не должен отличаться от значения S_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если $S_{0 \text{ кон}}$ отличается от значения S_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру, повторить описанные выше операции сканирования заново;

- повторить вышеописанные операции для ещё как минимум двух контрольных расстояний, действительные длины которых равномерно расположены в заявленном диапазоне измерения расстояний поверяемого сканера.

- скачать и обработать на ПК данные полученные при сканировании;

- локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированному щиту-мишени.

Провести построение плоскости минимум по 4-м точкам. Построить на полученной плоскости точку, соответствующую геометрическому центру щита-мишени методом проекции;

- произвести вычисление расстояния S_{ij} на построенную точку;

- определить абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95)

расстояний по формуле:

$$\Delta S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} - S_{0j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(S_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{ij}}{n} \right)^2}{n-1}}$$

где ΔS - абсолютная погрешность измерений j -го расстояния, приведённого к горизонту, мм;

S_{0j} - эталонное (действительное) значение j -го расстояния, приведённого к горизонту, мм;

S_{ij} - измеренное значение j -го расстояния, приведённого к горизонту, i -м приемом, мм;

n_j - число приемов измерений j -го расстояния.

Значения абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95) не должны превышать значений, приведённых в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение	
	Модификация	RIEGL VZ-200
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм	$\pm 2 \cdot (5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ где D - измеряемое расстояние, мм	

Если требование п.7.3.1 не выполняется, сканер признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов

Абсолютная погрешность измерений вертикальных и горизонтальных углов определяется на контрольных точках путем многократного измерения угла между ними.

Определение абсолютной погрешности измерений угла проводить в следующей последовательности:

- разместить в зоне проведения поверки штатив для установки сканера;

- разместить на штативе эталонный тахеометр;

- разместить в зоне проведения поверки два штатива для установки мишеней. Штативы необходимо установить таким образом, чтобы угол между ними составил $(90 \pm 10)^\circ$ и на расстояниях, которые находятся в диапазоне измерений расстояний сканера.

- установить на штативы щиты-мишени с черно-белой маркой (коэффициент диффузного отражения не ниже 0,80) размером не менее (300×300) мм для сканеров RIEGL VZ-200 и не менее (700×700) для сканеров RIEGL VZ-2000i. При помощи квадранта оптического КО-60М убедиться в том, что щиты-мишени установлены в вертикальной плоскости. Располагать щиты-мишени следует к штативу сканера таким образом, чтобы плоскость щитов-мишеней была перпендикулярна направлению на штатив;

- поместить в геометрическом центре щитов-мишеней маркеры;

- включить эталонный тахеометр;
- измерить им угол V_0 между маркерами на мишенях. Результат занести в протокол;
- выключить и демонтировать эталонный тахеометр с его трегера;
- установить на штатив на оставленный трегер поверяемый сканер;
- через интерфейс пользователя сканера выставить качество и разрешение сканирования не ниже уровня «высокое» и затем запустить процедуру сканирования. Дождаться окончания сканирования;

- сохранить данные полученные при сканировании;
- повторить вышеописанные операции по сканированию щитов-мишеней не менее 5 раз;
- по завершению процесса сканирования, снять с трегера сканер и снова установить на его место эталонный тахеометр;

- измерить эталонным тахеометром угол $V_{0\text{кон}}$ между маркерами на мишенях. Результат измерений не должен отличаться от значения V_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если $V_{0\text{кон}}$ отличается от значения V_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру, повторить описанные выше операции сканирования заново;

- повторить вышеописанные операции при значении угла между щитами-мишенями $(180 \pm 10)^\circ$;

- скачать и обработать на ПК данные, полученные при сканировании;

- локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированным щитам-мишеням.

Провести построение плоскостей минимум по 4-м точкам. Построить на полученных плоскостях точки, соответствующие геометрическим центрам щитам-мишеней методом проекции;

- произвести вычисление плоского угла V_{ij} между построенными точками;

- определить абсолютную погрешность измерений угла (при доверительной вероятности 0,95) Δ_{vi} по формуле:

$$\Delta_{vi} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n} - V_{0j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n})^2}{n-1}},$$

где Δ_{vi} - абсолютная погрешность измерений угла, $^\circ$;

V_{0j} - значение j -ого угла, определённое эталонным тахеометром, $^\circ$;

V_{ij} - значение j -ого угла, определённое по сканеру, $^\circ$;

n - число приемов измерений j -ого угла.

Значение абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95) не должно превышать $\pm 14,4''$

Если требование п.7.3.2 не выполняется, тахеометр признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

7.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений вертикальных углов

Абсолютная погрешность измерений вертикальных углов определяется на контрольных точках путем многократного измерения угла между ними

Определение абсолютной погрешности измерений угла проводить в следующей последовательности:

- разместить в зоне проведения измерений штатив для установки сканера;

- разместить на штативе эталонный тахеометр;

- с помощью тахеометра разместить в зоне проведения измерений на расстоянии 5 м от сканера маркеры, соответствующие пяти углам, равномерно распределенных по диапазону, включая угол 0° ;

- измерить тахеометром угол V_0 между маркером, соответствующим углу 0° и оставшимися четырьмя маркерами;

- выключить и демонтировать эталонный тахеометр с его трегера;

- установить на штатив на оставленный трегер поверяемый сканер;

- через интерфейс пользователя сканера выставить качество и разрешение сканирования не ниже уровня «высокое» и затем запустить процедуру сканирования. Дождаться окончания сканирования;

- сохранить данные, полученные при сканировании;

- повторить вышеописанные операции по сканированию маркеров не менее 5 раз;

- по завершению процесса сканирования, снять с трегера сканер и снова установить на его место эталонный тахеометр;

- измерить эталонным тахеометром угол $V_{0\text{кон}}$ между маркером, соответствующим углу 0° и оставшимися четырьмя маркерами. Результат измерений не должен отличаться от значения V_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если $V_{0\text{кон}}$ отличается от значения V_0 более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру, повторить описанные выше операции сканирования заново;

- скачать и обработать на ПК данные, полученные при сканировании;

- локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированным маркерам. Провести построение плоскостей минимум по 4-м точкам. Построить на полученных плоскостях точки, соответствующие геометрическим центрам маркеров методом проекции;

- произвести вычисление плоского угла V_{ij} между построенными точками;

- определить абсолютную погрешность измерений угла (при доверительной вероятности 0,95) Δ_{vi} по формуле:

$$\Delta_{vi} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n} - V_{0j} \right) \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{n})^2}{n-1}},$$

где Δ_{vi} - абсолютная погрешность измерений угла, $^\circ$;

V_{0j} - значение j -ого угла, определённое эталонным тахеометром, $^\circ$;

V_{ij} - значение j -ого угла, определённое по сканеру, $^\circ$;

n - число приемов измерений j -ого угла.

Значение абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95) не должно превышать $\pm 14,4''$

8 Оформление результатов поверки


8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 8 настоящей методики поверки.

8.2 При положительных результатах поверки, сканер признается годным к применению и на него выдается свидетельство о поверке установленной формы.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и (или) оттиска поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки сканер признают непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс-М»



К.А. Ревин