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

СОГЛАСОВАНО
И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____ А.Н. Пронин

М.п. «09» декабря 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС

Методика поверки

МП 2511-0008-2021

Руководитель отдела геометрических измерений

_____Н.А. Кононова

Старший научный сотрудник

_____З.В. Фомкина

Инженер 2 категории

_____В.П. Филиппов

г. Санкт-Петербург
2021

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС (далее – стенды ВЕГА УКС), изготовленные ООО «ГСИ-СЕРВИС», Россия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость стендов ВЕГА УКС к Государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 (далее – ГЭТ 22-2014).

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: сличение с эталоном.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: - контрольных углов между визирными осями зрительных труб автоколлиматоров и коллиматоров в горизонтальной и вертикальной плоскостях и среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов; - вертикального угла между	9	Да	Да

дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора; - систематической погрешности воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров; - диапазона угла наклона и средней квадратической погрешности измерения угла наклона предметного столика			

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- диапазон температур окружающего воздуха, °С ……..от 15 до 25;
- диапазон атмосферного давления, кПа.....от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, %, не более……...……80.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки стендов ВЕГА УКС должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9	Государственный первичный эталон единицы плоского угла ГЭТ 22-2014* (для стендов универсальных коллиматорных ВЕГА УКС I); рабочий эталон 2 разряда* (тахеометр электронный) (для стендов универсальных коллиматорных ВЕГА УКС III)
* – в соответствии с 4 частью Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26.11.2018 (далее – ГПС).	

4.2 Допускается применять другие вновь разработанные средства и существующие средства измерений с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы плоского угла.

4.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 № 2510, или аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11.02.2020 № 456.

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в документе «Стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС. Руководство по эксплуатации» (далее – руководство по эксплуатации), а также требования ГОСТ 12.2.003-91.

6 Внешний осмотр средства измерений

Внешний осмотр производится визуально.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида стенда ВЕГА УКС описанию типа;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа;
- соответствие комплектности стенда ВЕГА УКС руководству по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики;
- наличие информационной таблички, содержащей сведения о наименовании и заводском номере.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации.

7.2 Выдержать поверяемый стенд ВЕГА УКС не менее 3 часов при условиях, указанных выше.

7.3 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.4 При опробовании должно быть установлено:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- работоспособность стенда ВЕГА УКС во всех функциональных режимах;
- работоспособность подсветки и видеокамер;
- работоспособность автоматики подъемного столика;
- цена деления микрометрического винта предметного столика должна быть 0,5'/1'.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее — ПО) проводить через интерфейс пользователя.

Для идентификации ПО необходимо запустить ПО, через интерфейс пользователя на стартовой странице войти в контекстное меню. Далее выбрать пункт «О программе». В появившемся окне будет отображено наименование и номер версии ПО. Номер версии и наименование ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Collimator Test
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.1.2

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений обязательным метрологическим требованиям

9.1 Определение контрольных углов между визирными осями зрительных труб автоколлиматоров в горизонтальной и коллиматоров в вертикальной плоскостях и среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов

Определение контрольных углов между визирными осями зрительных труб автоколлиматоров и коллиматоров в горизонтальной и вертикальной плоскостях и среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов стендов ВЕГА УКС в

зависимости от модификациипроводить с помощью тахеометра электронного из состава углоизмерительного комплекса, входящего в ГЭТ 22-2014, или тахеометра 2 разряда (далее – тахеометра) в соответствии с ГПС.

Для этого выполнить шесть приемов действительных значений горизонтального и вертикального углов при левом и правом кругах.

9.2 Определение вертикального угла между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора

Определение вертикального угла между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора проводить с помощью тахеометра.

Для этого установить предметный столик стенда ВЕГА УКС, на который установлен тахеометр, в нулевое положение. Навестись с помощью тахеометра на сетку нитей горизонтального коллиматора и произвести не менее шести измерение вертикального угла между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора.

9.3 Определение систематической погрешности воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров

Систематическую погрешность воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров определять с помощью тахеометра.

Для этого выполнить не менее шести измерений горизонтального направления для каждого автоколлиматора.

9.4 Определение диапазона угла наклона и средней квадратической погрешности измерений угла наклона предметного столика

Среднюю квадратическую погрешность измерений угла наклона предметного столика определять с помощью тахеометра (компенсатор углов наклона должен быть выключен).

Для этого при помощи миниэкзаменатора задавать угол наклона предметного столика в диапазоне ±40' с шагом 1' (для диапазона ±3') и с шагом 10' (для диапазона ±40'). Для каждого значения угла наклона предметного столика задать угол не менее шести раз. При каждом угле наклона предметного столика выполнить измерения с помощью тахеометра положения визирной оси центрального автоколлиматора.

9.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.5.1 Действительные значения контрольных углов между визирными осями зрительных труб автоколлиматоров в горизонтальной и коллиматоров и вертикальной плоскостях вычислить по формуле

$$\alpha_{\partial} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i}{n}, \qquad (1)$$

где α_i – измеренное значение угла по каждому приему, рассчитанное по формуле (2);
i – порядковый номер измерения, i=1…n, n=6.

$$\alpha_i = \frac{\alpha_{i\,КЛ} + \alpha_{i\,КП}}{2}, \qquad (2)$$

где $\alpha_{i\,КЛ}$ – измеренное значение угла при «круге лево»;

$\alpha_{i\,КП}$ – измеренное значение угла при «круге право».

Среднее квадратическое отклонение воспроизведения контрольных углов (горизонтального и вертикального) вычислить по формуле

$$S_{\alpha} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\alpha_i - \alpha_{\partial})^2}{n-1}}. \qquad (3)$$

Стенд ВЕГА УКС считается выдержавшим поверку, если значения среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов не превышают 0,3″ для стендов универсальных коллиматорных ВЕГА УКС I и 1,0″ для стендов универсальных коллиматорных ВЕГА УКС III.

9.5.2 Вертикальный угол между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора вычислять по формуле

$$\beta_{\partial} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \beta_i}{n}, \qquad (4)$$

где β_i – измеренное значение угла;

i – порядковый номер измерения, i=1…n, n=6.

Вертикальный угла между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора должен быть равен 00°34'22,6"±2".

9.5.3 Систематическую погрешность воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров вычислить по формуле

$$\Delta\phi = \overline{\phi} - \phi_0, \qquad (5)$$

где $\overline{\phi}$ – среднее арифметическое значение горизонтального направления, вычисленное по формуле (6);

ϕ_0 – угол, соответствующий линии горизонта и равный 00°00'00".

$$\overline{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \phi_i}{n}, \qquad (6)$$

где ϕ_i – измеренное значение угла;

i – порядковый номер измерения, i=1…n, n=6.

Систематическая погрешность воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров не должна превышать ±3".

9.5.4 Среднюю квадратическую погрешность измерения угла наклона предметного столика вычислить по формуле

$$S\gamma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\gamma_i - \gamma_c)^2}{n-1}}, \qquad (7)$$

где γ_i – измеренное значение положения визирной оси центрального коллиматора по каждому приему, рассчитанное по формуле (8);

γ_c – отсчет микрометрического винта предметного столика;

i – порядковый номер измерения, i=1…n, n=6.

$$\gamma_i = \frac{\gamma_{i\,КЛ} + \gamma_{i\,КП}}{2}, \qquad (8)$$

где $\gamma_{i\,КЛ}$ – измеренное значение положения визирной оси при «круге лево»;

$\gamma_{i\,КП}$ – измеренное значение положения визирной оси при «круге право».

Средняя квадратическая погрешность измерения углов наклона предметного столика не должна превышать 0,5′.

9.5.5 Критерии подтверждения соответствия обязательным метрологическим требованиям, предъявляемым к эталону.

Если значения среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов удовлетворяют требованиям п. 9.5.1 настоящей методики, то нормированные

характеристики стенда ВЕГА УКС сравниваются с обязательными метрологическими требованиями, предъявляемыми п.п. 4.4.1 и 4.4.3 Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. (далее – ГПС).

Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС I считается прошедшим поверку в качестве рабочего эталона 1 разряда в соответствии с 4 частью ГПС, если среднее квадратическое отклонение при доверительной вероятности 0,99 не превышает 0,3".

Стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС III считается прошедшим поверку в качестве рабочего эталона 3 разряда в соответствии с 4 частью ГПС, если среднее квадратическое отклонение при доверительной вероятности 0,99 не превышает 2".

10 Оформление результатов поверки

10.1 При проведении поверки стенда ВЕГА УКС оформляют протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки стенда ВЕГА УКС в качестве рабочего средства измерений приведена в Приложении А. Рекомендуемая форма протокола поверки стенда ВЕГА УКС в качестве рабочего эталона приведена в Приложении Б.

10.2 Стенды ВЕГА УКС, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению. При отрицательных результатах поверки по одному из пунктов методики стенды ВЕГА УКС не допускаются к применению.

10.3 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или на стенд ВЕГА УКС.

Приложение А
Форма протокола поверки в качестве рабочего средства измерений (рекомендуемая)

Протокол поверки №_____

Наименование средства измерения, тип	Стенда универсальный коллиматорный ВЕГА УКС ___
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Изготовитель (если имеется информация)	ООО «ГСИ-СЕРВИС»
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Владелец (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (при наличии) Дата предыдущей поверки	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	-

Вид поверки: _____.

Методика поверки: МП 2511-0008-2021 «ГСИ. Стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС. Методика поверки», утвержденная ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 09 декабря 2021 г.

Средства поверки:_____.

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность воздуха, %		
Атмосферное давление, кПа		

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр средства измерений:_____.

2. Опробование средства измерений:_____.

3. Проверка программного обеспечения средства измерений: _____.

4. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений обязательным метрологическим требованиям

4.1 Определение контрольных углов между визирными осями зрительных труб автоколлиматоров в горизонтальной и коллиматоров в вертикальной плоскостях и среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов

Таблица 1 – Результаты определения контрольных углов между визирными осями зрительных труб автоколлиматоров в горизонтальной и коллиматоров в вертикальной плоскостях и среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов

№ измерения	Измеренные значения горизонтальных и вертикальных углов	
	Вертикальный угол	Горизонтальный угол
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Действительное значение		
Среднее квадратическое отклонение		

4.2 Определение вертикального угла между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора

Таблица 2 – Результаты определения вертикального угла между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора

№ измерения	Измеренные значения вертикального угла	Действительное значение вертикального угла
1		
2		
3		
4		
5		
6		

4.3 Определение систематической погрешности воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров

Таблица 3 – Результаты определения систематической погрешности воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров

№ измерения	Измеренные значения горизонтального направления (автоколлиматор 1)	Измеренные значения горизонтального направления (автоколлиматор 2)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Систематическая погрешность воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров		

4.4 Определение диапазона угла наклона и средней квадратической погрешности измерений угла наклона предметного столика

Таблица 4 – Результаты определения диапазона угла наклона и средней квадратической погрешности измерения угла наклона предметного столика

№ измерения	Угол наклона предметного столика	Измеренные значения положения визирной оси центрального автоколлиматора	Средняя квадратическая погрешность
1			
2			
3			
4			
5			
6			
…			
…			
…			
…			
…			
…			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

На основании результатов поверки выдано (по заявлению владельца СИ):

Свидетельство о поверке № _____ от _____

Поверку произвел _____ _____ _____

ФИО Подпись Дата

Приложение Б
Форма протокола поверки в качестве рабочего эталона (рекомендуемая)

Протокол поверки №_____

Наименование средства измерения (эталона), тип	Стенда универсальный коллиматорный ВЕГА УКС ___
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Изготовитель (если имеется информация)	ООО «ГСИ-СЕРВИС»
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Владелец (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (при наличии) Дата предыдущей поверки	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	

Вид поверки: _____.

Методика поверки: МП 2511-0008-2021 «ГСИ. Стенды универсальные коллиматорные ВЕГА УКС. Методика поверки», утвержденная ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 09 декабря 2021 г.

Средства поверки:_____.

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность воздуха, %		
Атмосферное давление, кПа		

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр средства измерений:_____.

2. Опробование средства измерений:_____.

3. Проверка программного обеспечения средства измерений _____.

4. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений обязательным метрологическим требованиям

4.1 Определение контрольных углов между визирными осями зрительных труб автоколлиматоров в горизонтальной и коллиматоров в вертикальной плоскостях и среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов

Таблица 1 – Результаты определения контрольных углов между визирными осями зрительных труб автоколлиматоров в горизонтальной и коллиматоров в вертикальной плоскостях и среднего квадратического отклонения воспроизведения контрольных углов

№ измерения	Измеренные значения горизонтальных и вертикальных углов	
	Вертикальный угол	Горизонтальный угол
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Действительное значение		
Среднее квадратическое отклонение		

4.2 Определение вертикального угла между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора

Таблица 2 – Результаты определения вертикального угла между дальномерными биссекторами в поле зрения центрального автоколлиматора

№ измерения	Измеренные значения вертикального угла	Действительное значение вертикального угла
1		
2		
3		
4		
5		
6		

4.3 Определение систематической погрешности воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров

Таблица 3 – Результаты определения систематической погрешности воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров

№ измерения	Измеренные значения горизонтального направления (автоколлиматор 1)	Измеренные значения горизонтального направления (автоколлиматор 2)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Систематическая погрешность воспроизведения горизонтального направления визирной осью автоколлиматоров		

4.4 Определение диапазона угла наклона и средней квадратической погрешности измерения угла наклона предметного столика

Таблица 4 – Результаты определения диапазона угла наклона и средней квадратической погрешности измерения угла наклона предметного столика

№ измерения	Угол наклона предметного столика	Измеренные значения положения визирной оси центрального автоколлиматора	Средняя квадратическая погрешность
1			
2			
3			
4			
5			
6			
…			
…			
…			
…			
…			
…			
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Заключение: стенд универсальный коллиматорный ВЕГА УКС _____ соответствует предъявляемым требованиям и признан годным к применению в качестве рабочего эталона ____ разряда в соответствии с 4 частью Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г.

На основании результатов поверки выдано (по заявлению владельца СИ):

Свидетельство о поверке № _____ от _____

Поверку произвел

_____ _____ _____

ФИО Подпись Дата