

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова

*«19» апреля* 2025 г.



**ГСИ. Поляриметр автоматический ВГМ-25**

**Методика поверки**

**КВФШ.414222.001МП**

Главный метролог  
ФГБУ «ВНИИОФИ»

*С.Н. Негода*

*«19» апреля* 2025 г.

Москва  
2025 г.

## 1      Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки поляриметра автоматического ВГМ-25 производства Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГБУ «ВНИИОФИ») (далее по тексту – поляриметр), предназначенного для воспроизведения, хранения и передачи единицы угла вращения плоскости поляризации (далее по тексту – УВПП) рабочим эталонам 1-го разряда, рабочим эталонам 2-го разряда и средствам измерений, а также для их поверки и калибровки, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений угла вращения плоскости поляризации, утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2652.

1.2 В результате поверки поляриметра должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений угла вращения плоскости поляризации (на длине волны в вакууме 546,23 нм)	от -90° до +90°
Среднеквадратическое отклонение суммарной погрешности измерения УВПП, не более	±0,0025°

1.3 Прослеживаемость при поверке поляриметра к Государственному первичному эталону единицы угла вращения плоскости поляризации ГЭТ 50-2008 обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений угла вращения плоскости поляризации, утвержденной Приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2652.

1.4 Поверка поляриметра выполняется методом сличения при помощи компаратора.

## 2      Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение диапазона измерений угла вращения плоскости поляризации	Да	Да	10.1
Определение среднеквадратического отклонения суммарной погрешности измерений угла вращения плоскости поляризации	Да	Да	10.2

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки поляриметра должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +18 до +22;
- относительная влажность, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104
- напряжение сети переменного тока, В от 210 до 230
- частота сети переменного тока, Гц от 49 до 51

3.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть темным, без прямых солнечных лучей, чистым и сухим, свободным от пыли.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, а также руководства по эксплуатации поляриметра и применяемых средств поверки, ознакомленные с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н.

4.2 Поверку поляриметра осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок поляриметра должны быть использованы средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений климатических параметров с диапазоном измеряемой относительной влажности от 0 до 90 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2 \%$ ; с диапазоном измеряемой температуры от 0 °C до плюс 60 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °C; с диапазоном измеряемого атмосферного давления от 70 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,25$ кПа	Термогигрометр ИВА-БН-Д, (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ № 46434-11)
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений напряжения переменного тока и частоты Диапазон измерений напряжения переменного тока: от 210 до 230 В; пределы допускаемой погрешности $\pm(0,012 \cdot X + 5 \cdot k)$ , Диапазон измерений частоты: от 49 до 51 Гц, Пределы допускаемой погрешности $\pm(0,0001 \cdot X + 1 \cdot k)$ , где X – значение измеренной величины, k – верхний предел диапазона измерений	Мультиметр цифровой модификация АРРА-305 (регистрационный номер в ФИФ ОЕИ № 20088-05)
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	ГПЭ единицы угла вращения плоскости поляризации: -от -70° до +70° для излучения с длиной волны 632,9914 нм в вакууме; -от -76° до +76° для излучения с длиной волны 589,4400 нм в вакууме; -от -90° до +90° для излучения с длиной волны 546,2271 нм в вакууме	ГЭТ 50-2008 ГПЭ единицы угла вращения плоскости поляризации

5.2 Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть аттестованы (проверены) в установленном порядке. Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого поляриметра с требуемой точностью.

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При проведении поверки поляриметра следует руководствоваться правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н.

6.2 Помещение, в котором проводится поверка поляриметра, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

6.3 Оборудование, применяемое при поверке поляриметра, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 При внешнем осмотре поляриметра должно быть установлено:

- соответствие поляриметра описанию, приведенному в описании типа и Руководстве по эксплуатации;
  - отсутствие механических повреждений на металлических деталях и оптических элементах поляриметра;
  - наличие и прочность органов управления и коммутации, четкость фиксации их положения;
  - чистота гнезд, разъемов и клемм;
  - состояние соединительных кабелей;
  - состояние и четкость маркировок;
  - отсутствие механических повреждений компьютера;
  - наличие маркировки (наименование, заводской номер, изготовитель, год выпуска);
- 7.2 Поляриметр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует вышеперечисленным требованиям.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

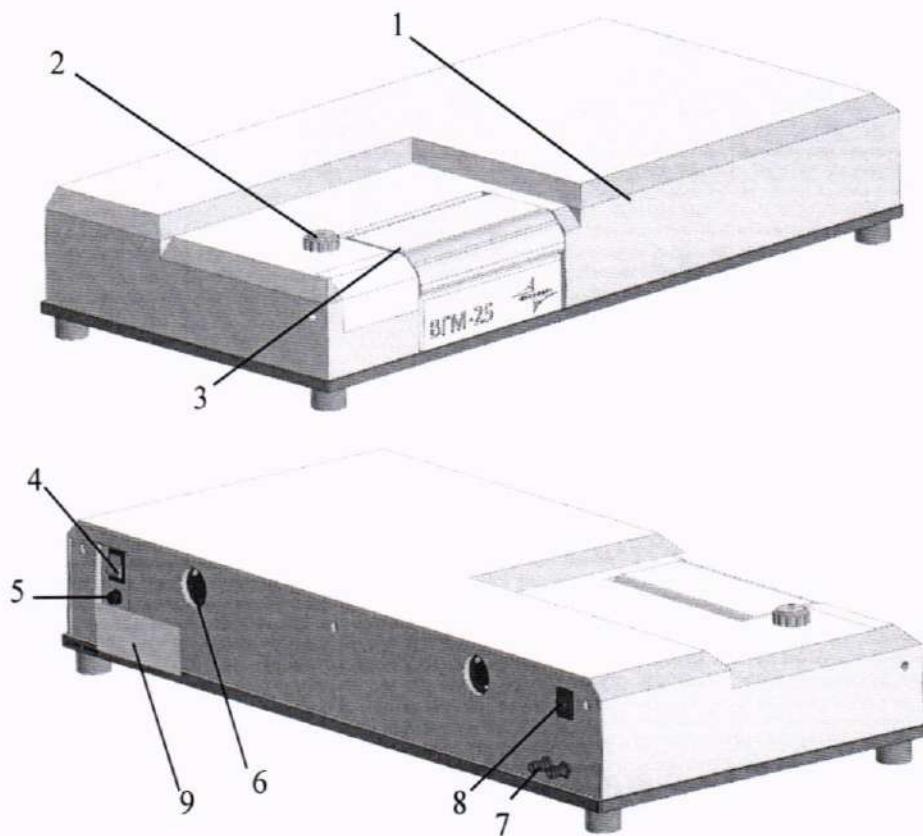
8.1 Провести проверку наличия сведений о результатах поверки Термометра LTA-K из состава поляриметра в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

8.2 Изучить Руководство по эксплуатации поляриметра.

8.3 Проверить наличие средств поверки по таблице 3, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

8.4 Провести подготовку поляриметра к проведению измерений УВПП мер, входящих в состав ГЭТ 50-2008, в соответствии с п.2.2 Руководства по эксплуатации КВФШ.414222.001РЭ.

8.5 Установить поляриметр на ровную горизонтальную поверхность (контроль не подлежит) вдали от источников тепла. Расстояние от задней стенки поляриметра до стен помещения или другого оборудования не менее 0,3 м. Подключить сетевой кабель поляриметра к питающей сети.



1 - измерительный отсек; 2 - ручка настройки амплитуды сигнала; 3 - крышка крепления датчика температуры; 4 - кнопка включения; 5 - предохранитель; 6 - разъем питания; 7 - штуцеры; 8 - разъем USB; 9 - шильдик.

Рисунок 1 – Общий вид поляриметра: а) вид спереди, б) вид сзади

8.6 Рядом с поляриметром установить термостат из состава поляриметра. Термостат подготавливается к работе в соответствии с п. 2.2 руководства ТКЛШ 2.998.066 01 РЭ. Термостат подключается к поляриметру через штуцеры 7 (рис. 1) с помощью входящих в состав шлангов. Шланги фиксируются на штуцерах хомутами.

8.7 Термометр из состава поляриметра подготовить к работе в соответствии с п. 2.2 руководства ТКЛШ 2.822.004 РЭ. Датчик термометра устанавливается в специальное крепление 3 (рис. 1) в измерительном отсеке. Опционально возможно подключение термометра к ПК.

8.8 Температура на термостате устанавливается такой, чтобы температура в измерительном отсеке была равна  $(20,0 \pm 0,3) ^\circ\text{C}$ .

8.9 Включить поляриметр и термостат и дать им выйти на рабочий режим. Время выхода всех внутренних систем поляриметра на рабочий режим составляет не менее 30 мин. Время выхода термостата на рабочий режим может изменяться в зависимости от температуры окружающей среды. Термостат считается вышедшим на рабочий режим, когда температура внутри измерительного отсека не меняется более чем на  $\pm 0,2 ^\circ\text{C}$  в течение не менее 10 мин.

8.10 Установить меру №1 УВПП в измерительный отсек до начала измерений вне объектного канала для доведения ее температуры до  $(20,0 \pm 0,3) ^\circ\text{C}$ .

8.11 Включить компьютер и запустить программу «Polarimeter», ярлык которой можно найти на рабочем столе. При запуске появляется главное окно программы (рис. 2).

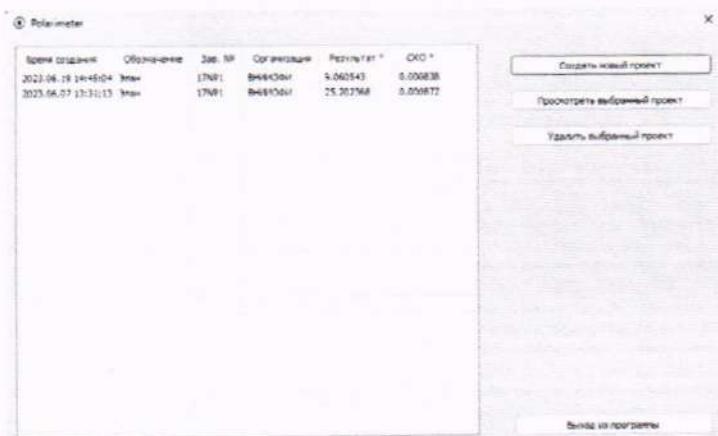


Рисунок 2 – Главное окно программы Polarimeter

8.12 В главном окне программы выберите пункт меню [Создать новый проект]. В раскрывшемся окне заполните данные нового проекта – обозначение меры №1, ее заводской номер (рис. 3). После заполнения данных нажмите кнопку [Начать измерение].

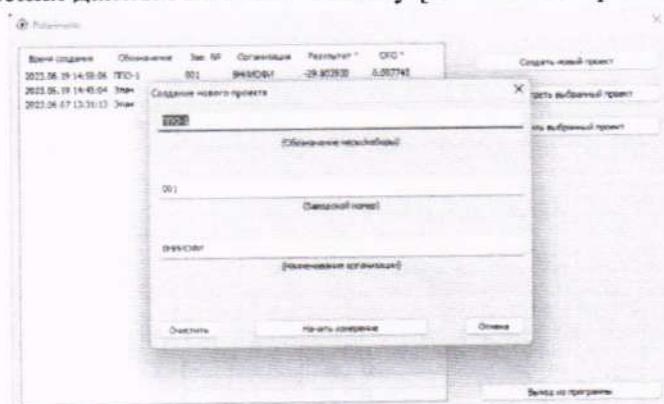


Рисунок 3 – Заполнение данных проекта

8.13 Программа откроет окно референтных измерений (рис. 4). В левой части окна отображаются сигналы с поляриметра (на рис. 4 опорный и объектный сигналы практически совпадают). Если амплитуды опорного и объектного сигналов не равны, их необходимо выровнять с помощью ручки 2 (рис.1).

8.14 Задать количество референтных измерений в графе [Количество измерений]. Рекомендуемое число референтных измерений не менее 5.

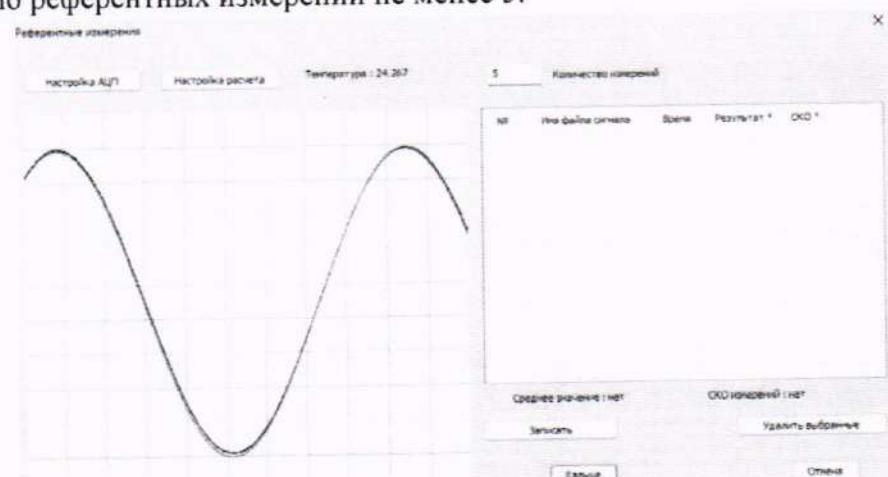


Рисунок 4 – Окно референтных измерений

8.15 Нажмите на кнопку [Записать] для начала референтных измерений. По завершению программы рассчитает угол между плоскостями поляризации в каналах

поляриметра. Результаты вычислений появятся в таблице в правой части экрана. Под таблицей отобразится среднее значение референтных измерений и их среднее квадратическое отклонение (СКО). По СКО результатов референтных измерений можно судить о выходе поляриметра на рабочий режим. Рекомендуемое значение СКО референтных измерений не более  $0,0002^\circ$ .

8.16 При нажатии на записанное измерение на левой части экрана выводится часть записанного сигнала (рис. 5). Если данное измерение по каким-то причинам считается некорректным, его можно удалить, нажав кнопку [Удалить выбранное]. Для того, чтобы заново вывести сигналы с поляриметра необходимо нажать кнопку [Живой сигнал].

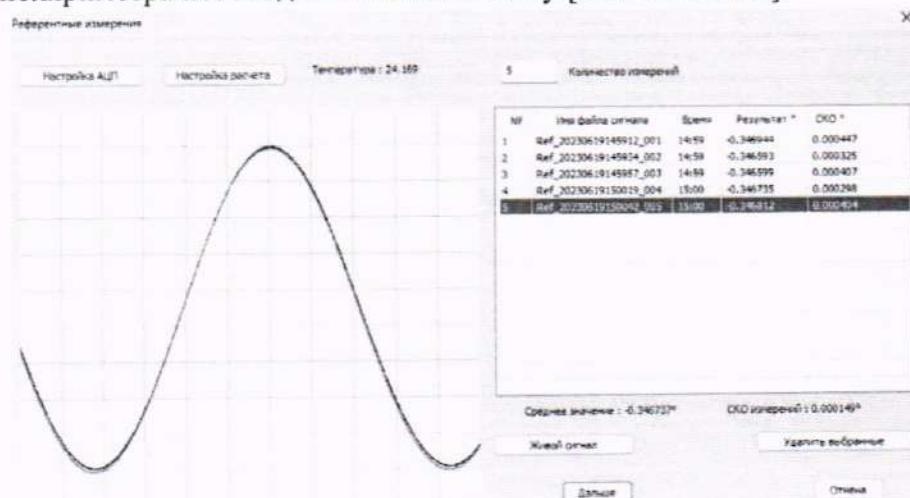


Рисунок 5 – Окно референтных измерений после проведения измерений

8.17 После завершения референтных измерений перейдите в режим рабочих измерений нажав кнопку [Дальше].

8.18 Переместите меру УВПП №1 в объектный канал измерительного отсека.

8.19 Мера УВПП из-за отражений от поверхности кварцевых пластин может изменять интенсивность излучения в объектном канале, что проявляется в уменьшении амплитуды объектного сигнала (рис. 6) и может сказаться на результатах измерений. При вращении ручки 2 (рис. 1) можно увеличить интенсивность излучения в объектном канале так, чтобы амплитуды объектного и опорного сигналов были примерно равны (рисунок 7).

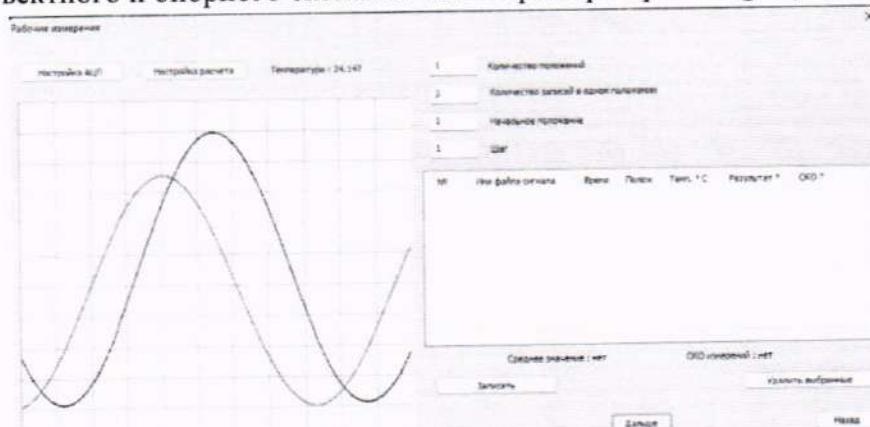


Рисунок 6 – Окно рабочих измерений после внесения объекта измерения: зеленый график – сигнал объектного канала; синий график – сигнал опорного канала.

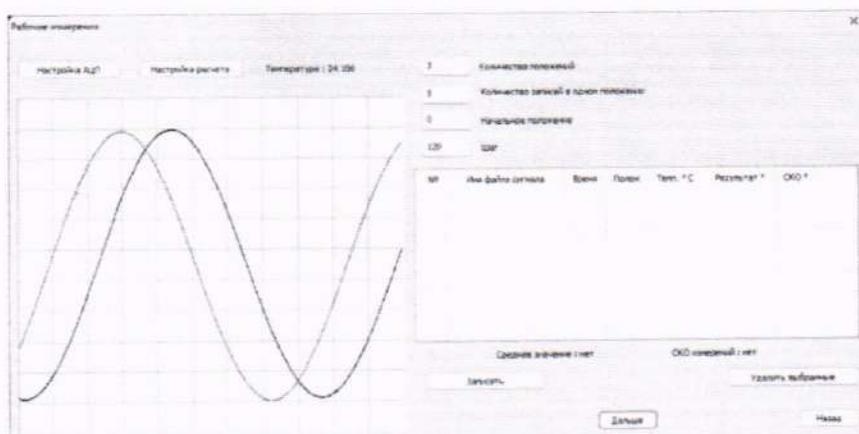


Рисунок 7 – Окно рабочих измерений после выравнивания амплитуд сигналов

8.20 В окне рабочих измерений задайте количество положений в графе [Количество положений], количество записей в одном положении в графе [Количество записей в одном положении], начальное положение в графе [Начальное положение] и шаг в графе [Шаг]. Рекомендуемое количество положений объекта не менее 3 (объект измерения поворачивается на 120° вокруг оси оправы).

8.21 Для записи рабочих измерений с выбранными настройками нажмите кнопку [Запись]. Перед каждой серией измерений в одном положении программа запрашивает подтверждение, что объект находится в нужном положении.

8.22 После проведения всех измерений во всех положениях в таблице, расположенной в правой части окна, отобразятся результаты проведенных измерений. Под таблицей отображаются среднее значение всех полученных объектных измерений и их СКО.

8.23 Нажмите на кнопку [Дальше]. На экране появится окно [Результат измерения] (рис. 8). В таблице [Референтные измерения] будут показываться результаты референтных измерений. В таблице [Рабочие изменения] отображаются результат рабочих измерений УВПП с учетом температуры, на длине волны лазера (632,82 нм) и пересчитанные на длинах волн 546,23 нм и 589,44 нм. В нижней части таблицы выводится среднее значение результатов измерений и их СКО.

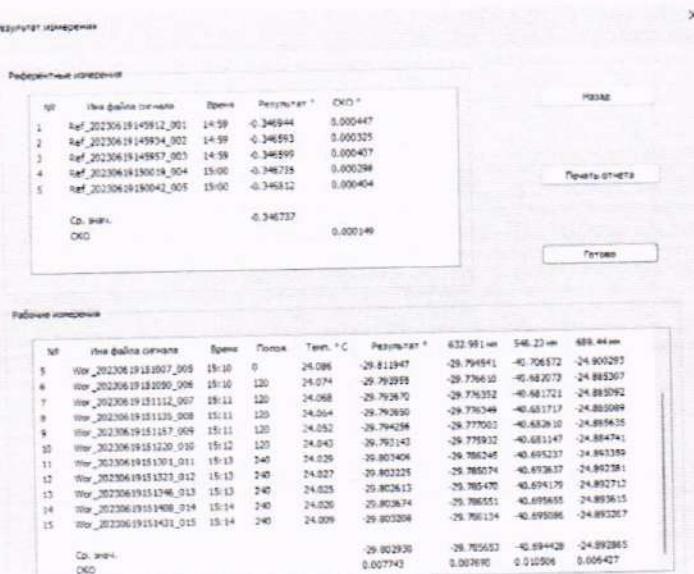


Рисунок 8 – Окно итоговых результатов измерений

8.24 При нажатии на кнопку [Печать отчета] открывается текстовый файл с результатами измерений (рис. 9). Файл можно вывести на печать или сохранить в нужном

формате выбрав опцию [Файл] > [Сохранить как].

8.25 При нажатии на кнопку [Готово] результат сохранится и проект закроется.

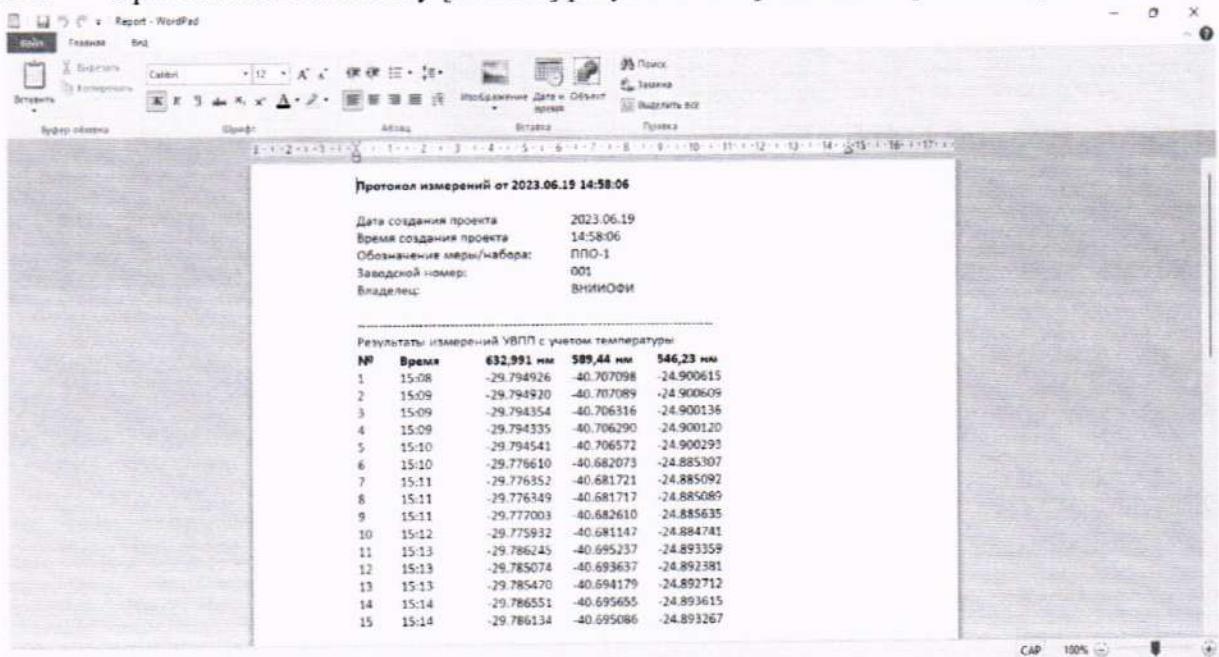


Рисунок 9 – Текстовый файл отчета

8.26 Поляриметр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если параметры температуры окружающей среды и относительной влажности находятся в пределах, указанных в п. 3.1 настоящей методики поверки, включение всех компонентов прошло успешно и все органы управления работают исправно, а программное обеспечение производит расчет угла вращения плоскости поляризации в реальном времени.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 На рабочем столе персонального компьютера необходимо найти файл «Polarimeter.exe» и, нажав правую кнопку мыши, открыть вкладку «Свойства», в разделе «Подробно» появится информация о номере версии программного обеспечения (далее – ПО) (рис. 10).



Рисунок 10 – Раздел «Подробно» во вкладке «Свойства» файла «Polarimeter.exe»

9.2 Проверить соответствие идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на поляриметр.

9.3 Поляриметр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Polarimeter
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	v 1.0.0.1
Цифровой идентификатор ПО	-

## 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 10.1 Определение диапазона измерений угла вращения плоскости поляризации

10.1.1 Выполнить подготовку к измерениям по п.п. 8.1 – 8.8 для мер из состава государственного первичного эталона ГЭТ 50-2008.

10.1.2 Выполнить измерения по п.п. 8.9 – 8.24 для меры №1 ПП+89Э1, расположив меру в измерительный отсек, провести измерения.

10.1.3 Провести операции по п. 10.1.2 для всех оставшихся мер №2 ПП+40Э2, №3 ПП+6BS, №4 ПП-9BS, №5 ПП-40BS, №6 ПП-81BS.

10.1.4 После сохранения результатов, выгрузите меры с измерительного отсека и отключите питание поляриметра.

10.1.5 Поляриметр считается прошедшим процедуру поверки с положительным результатом, если полученные значения УВПП мер находятся в диапазоне значений от минус 90° до плюс 90°.

### 10.2 Определение среднеквадратического отклонения суммарной погрешности измерения угла вращения плоскости поляризации

10.2.1 Обработка результатов измерений УВПП проводится для каждой из шести мер отдельно на длине волны в вакууме 546,23 нм.

10.2.2 За результат измерения УВВП каждой меры принимают среднее арифметическое значение  $\bar{P}$ , вычисленное по формуле:

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

10.2.3 СКО результата измерений УВПП  $S$ , обусловленное случайными составляющими погрешности, определяют по формуле 2:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{(n - 1)}} \quad (2)$$

10.2.4 Вычислить СКО среднего арифметического результата измерения угла вращения плоскости поляризации  $P_i$  по формуле 3

$$S_{\bar{P}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

10.2.5 Границу неисключенной систематической погрешности (НСП) вычисляют по формуле 4:

$$\theta_{\Sigma} = |\phi - \bar{P}|, \quad (4)$$

где  $\phi$  – значение УВПП меры, полученное на ГЭТ 50-2008.

10.2.6 Вычислить СКО НСП, вызванную погрешностью воспроизведения на ГЭТ 50-2008 единицы угла вращения плоскости поляризации, по формуле 5:

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

10.2.7 СКО суммарной погрешности измерения угла вращения плоскости поляризации вычисляют по формуле 6:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_{\bar{P}}^2} \quad (6)$$

10.2.8 Поляриметр считается выдержавшим процедуру поверки, если СКО суммарной погрешности измерения угла вращения плоскости поляризации для каждой меры не превышает  $\pm 0,0025^{\circ}$ , и соответствует требованиям, предъявляемым к вторичному эталону по Приказу Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2652 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений угла вращения плоскости поляризации».

## 11. Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

11.2 По заявлению владельца поляриметра или лица, предоставившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие поляриметра метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510. Не предусмотрено нанесение знака поверки на поляриметр.

11.3 По заявлению владельца поляриметра или лица, предоставившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие поляриметра метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению поляриметра.

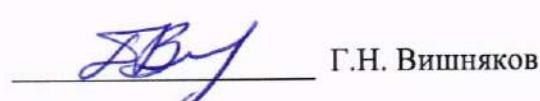
11.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отделения М-44  
ФГБУ «ВНИИОФИ»



В.Л. Минаев

Начальник лаборатории отделения М-44  
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Г.Н. Вишняков

ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое)  
к «ГСИ. Поляриметр автоматический ВГМ-25.  
Методика поверки»  
КВФШ.414222.001МП

**ПРОТОКОЛ** **ПЕРВИЧНОЙ**  
**ПЕРИОДИЧЕСКОЙ** **ПОВЕРКИ №**\_\_\_\_\_

(наименование, тип СИ и модификации в соответствии с описанием типа, в единственном числе, регистрационный №)

Заводской номер: \_\_\_\_\_ Год выпуска: \_\_\_\_\_

Изготовитель: \_\_\_\_\_

Владелец СИ: \_\_\_\_\_

Применяемые средства поверки: \_\_\_\_\_

Применяемая методика поверки: \_\_\_\_\_

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха	_____ °C;
- относительная влажность воздуха	_____ %;
- атмосферное давление	_____ кПа;
- напряжение сети переменного тока	_____ В;
- частота	_____ Гц.

Место проведения поверки: \_\_\_\_\_

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр:

Соответствует/не соответствует  
(при несоответствии – перечисляются все  
несоответствия)

2. Опробование:

Соответствует/не соответствует  
(при несоответствии – перечисляются все  
несоответствия)

3. Идентификация программного  
обеспечения:

Указывается идентификационный номер

4. Определение метрологических  
характеристик:

Описывается все процедуры определения  
метрологических характеристик, измеренные  
величины, расчет погрешности

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Метрологические характеристики	Поляриметр ВГМ-25 зав. № 01					
Номинальное значение угла вращения плоскости поляризации $\phi$ , градус						
Полученные значение угла вращения плоскости поляризации $P_i$ , градус	1	2	3	4	5	6
Среднее арифметическое значение угла вращения плоскости поляризации $\bar{P}$ , градус						
Среднеквадратическое отклонение суммарной погрешности измерения угла вращения плоскости поляризации $S_{\Sigma}$ , градус						

5. Заключение по результатам поверки: По результатам поверки средство измерений соответствует (не соответствует) метрологическим характеристикам, указанным в описании типа средства измерений, и признается пригодным (не пригодным) к применению, соответствует (не соответствует) уровню вторичного эталона по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2652.

Поверитель: \_\_\_\_\_ Дата  
подпись \_\_\_\_\_ поверки: \_\_\_\_\_  
Ф.И.О.

Руководитель: \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_  
Ф.И.О.