

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
инновациям

ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов



« 03 » 12 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Профилемеры многоканальные с навигационной системой

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 062.Д4-19

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 03 » 12 2019 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков

« 03 12 2019 г.

Москва
2019 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	4
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	4
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	4
8.1 Внешний осмотр.....	4
8.2 Проверка идентификации программного обеспечения	5
8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик	5
8.3.1 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения координат дефекта (вдоль оси трубы).....	5
8.3.2 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения глубины дефекта выступающего внутрь	7
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	17

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на профилемеры многоканальные с навигационной системой (далее по тексту - профилемеры), предназначены для измерений глубины дефекта геометрии трубы выступающего внутрь и координаты дефекта вдоль оси трубы при проведении внутритрубного диагностирования магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверок

№ п/п.	Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при первичной поверке	Проведение операции при периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2	Проверка идентификации программного обеспечения	8.2	Да	Да
3	Определение (контроль) метрологических характеристик	8.3		
4	Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения координат дефекта (вдоль оси трубы)	8.3.1	Да	Да
5	Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения глубины дефекта выступающего внутрь	8.3.2	Да	Да

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

2.3 Допускается проводить поверку по п. 8.3.2 для диапазона конкретного типоразмера профилемера.

2.4 Поверка профилемеров прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а профилемер признают не прошедшим поверку.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству, основные технические характеристики
8.3	Штангенциркуль ШЦЦ-1 (далее – штангенциркуль) (рег. № 52058-12) Диапазон измерений от 0 до 250 мм. Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,04$ мм
8.4	Меры длины концевые плоскопараллельные (рег. № 38376-13) Длины мер от 0,5 до 100,0 мм (83 шт.). Класс точности 2 в соответствии с ГОСТ 9038-90

3.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых профиломеров с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть поверены и (или) аттестованы в установленном порядке.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации профиломеров;

- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 Работа с профиломером и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на профиломер и средства поверки.

5.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа 100 ± 4

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Если профиломеры и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1 методики поверки, то профиломеры и средства поверки нужно выдержать при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2 Перед проведением поверки, средства поверки и профиломеры подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации средств поверки и руководством по эксплуатации профиломеров.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Внешним осмотром профиломеров должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- соответствие профиломеров требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие на наружных поверхностях профиломеров повреждений, влияющих на его работоспособность, и загрязнений, препятствующих проведению поверки.

8.1.2 Профиломеры считаются прошедшими процедуру внешнего осмотра, если они соответствуют всем перечисленным выше требованиям.

8.2 Проверка идентификации программного обеспечения

8.2.1 Загрузить ПО «Терминал ОПТ».

8.2.2 Идентификационные данные ПО отображаются в верхнем левом углу окна программы.

8.2.3 Профиломер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Терминал ОПТ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	22.0529.28 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

8.3.1 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения координат дефекта (вдоль оси трубы)

8.3.1.1 Определение диапазона измерения координат дефекта выполняется при помощи колеса одометра, входящего в состав профиломера, координата дефекта (вдоль оси трубы) эквивалентна пройденному пути колесом одометра. Диаметр колеса предварительно измеряется штангенциркулем десять раз в разных точках и определяется среднее арифметическое его значение d_{cp} , мм. Затем необходимо рассчитать среднее квадратическое отклонение среднего арифметического серии измерений диаметра S_x , мм, по формуле:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - d_{cp})^2}{n(n-1)}} \quad (1)$$

где d_i – значение диаметра полученное при i -м измерении, мм;
 $n = 10$ – число измерений.

8.3.1.2 Рассчитать значение случайной погрешности ε , мм, серии измерений диаметра по формуле:

$$\varepsilon = t \cdot S_x \quad (2)$$

где t – коэффициент Стьюдента ($t = 2,262$).

8.3.1.3 Рассчитать значение среднего квадратического отклонения неисключенной систематической погрешности S_Θ , мм, серии измерений по формуле:

$$S_\Theta = \frac{\Theta_\Sigma}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

где Θ_Σ – абсолютная погрешность штангенциркуля, приведенная в его свидетельстве о поверке, мм.

8.3.1.4 Рассчитать значение суммарного среднего квадратического отклонения S_Σ , мм, серии измерений диаметра по формуле:

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\Theta^2 + S_x^2} \quad (4)$$

8.3.1.5 Рассчитать значение абсолютной погрешности Δ , мм, серии измерений диаметра по формуле:

$$\Delta = K \cdot S_\Sigma \quad (5)$$

где K – коэффициент, который рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{\Sigma} + S_{\theta}} \quad (6)$$

8.3.1.6 Рассчитать длину окружности $l_{окр}$, мм, по формуле:

$$l_{окр} = \pi \cdot d_{ср} \quad (7)$$

8.3.1.7 На подключенном к профилюмеру компьютере запускается программа «Терминал ОПТ» и запускаем тест измерительной системы (рисунок 1).

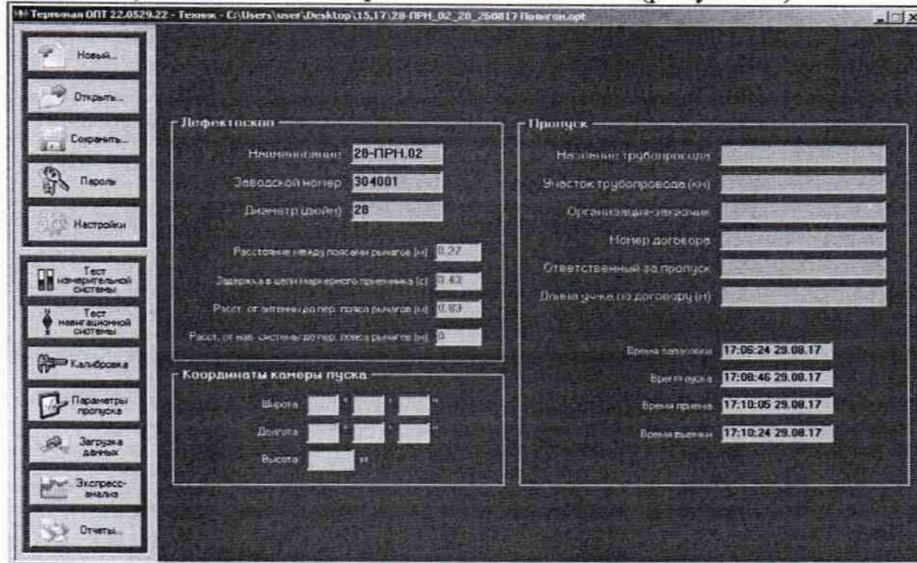


Рисунок 1 – Окно программы «Терминал ОПТ»

При проведении работ с одомером используется окно «Одометры» с установленной галочкой в поле «Метры» (Рисунок 2).

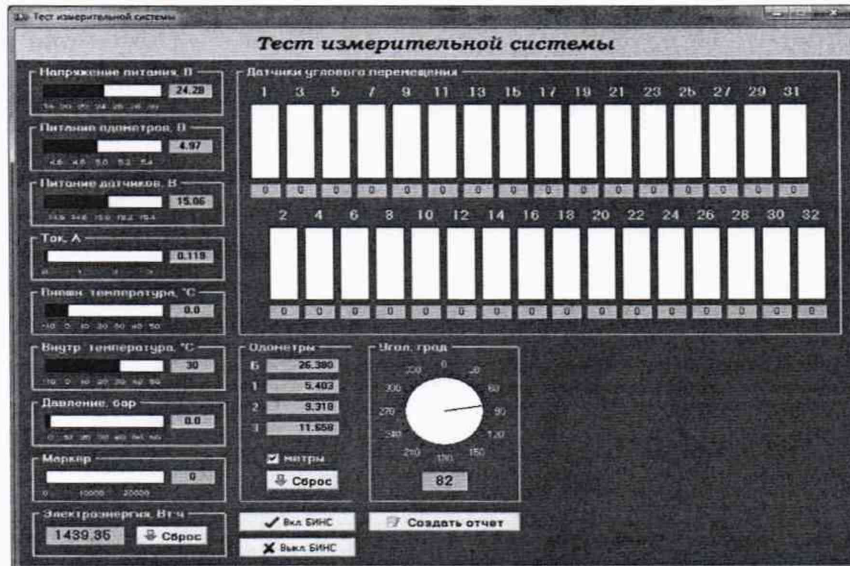


Рисунок 2 – Окно теста измерительной системы

В качестве нижней границы диапазона измерения координат дефекта (вдоль оси трубы) принимается значение, которое соответствует одному полному обороту колеса одометра. Для этого соединить риску нанесенную на колесе с риской нанесенной на держателе. Совершить один полный оборот до момента, когда риски снова сойдутся на одном уровне. Зафиксировать полученное значение $l_{окрнк}$, мм.

8.3.1.8 Повторить измерения согласно п. 8.3.1.7 для количества оборотов (n_k) 2, 3, 4, 5, 10, 20 и т.д. до количества оборотов указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Количество оборотов колеса одометра для контроля верхней границы диапазона измерения координат дефекта (вдоль оси трубы)

Обозначение профиломера	Типоразмеры профиломеров		Количество оборотов (n_k) для контроля верхней границы диапазона измерения координат дефекта (вдоль оси трубы)
	мм	дюйм	
40-ПРН.02-00.000	1020	40	42
	1067	42 API	
	1220	48	

Рассчитать отклонения от номинального значения $\Delta l_{нк}$, мм, для каждого измерения по формуле:

$$\Delta l_{нк} = n_k \cdot l_{окр} - l_{окрнк} \quad (8)$$

8.3.1.9 Рассчитать допускаемую абсолютную погрешность измерения координат дефекта (вдоль оси трубы) $\Delta L_{нк}$, мм, для каждого измерения по формуле:

$$\Delta L_{нк} = \sqrt{\Delta l_{нк}^2 + \Delta^2} \quad (9)$$

8.3.1.10 Провести измерения по пунктам 8.3.1.7-8.3.1.9 еще 2 раза, и выбрать максимальное из трех значение абсолютной погрешности измерения координат дефекта (вдоль оси трубы).

8.3.1.11 Повторить пункты 8.3.1.1-8.3.1.10 для каждого колеса одометра профиломера.

8.3.1.12 Профиломеры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерения координат дефекта (вдоль оси трубы) и рассчитанные значения допускаемой абсолютной погрешности для каждого колеса одометра соответствует значениям приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики

Обозначение профиломера	Типоразмеры профиломеров		Значение параметра
	мм	дюйм	
40-ПРН.02-00.000	1020	40	Диапазон измерения координат дефекта (вдоль оси трубы), мм от 418 до 18000
	1067	42 API	
	1220	48	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат дефекта (вдоль оси трубы), мм			$\pm (34+0,0083 \cdot L)$ где L – измеренная координата дефекта (вдоль оси трубы), мм

8.3.2 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерения глубины дефекта выступающего внутрь

8.3.2.1 Перед проведением измерений на профиломеры устанавливается калибровочное приспособление из состава профиломера, и производится процедура установки нуля и построение калибровочной кривой при помощи пластины идущей в комплекте с профиломерами.

8.3.2.2 Для проведения калибровки в программе «Терминал ОПТ» открывается окно калибровки (рисунки 3-5), затем последовательно устанавливается пластина в пазы калибровочного приспособления в соответствии с РЭ и в окне программы «Терминал ОПТ» фиксируется полученное значение.

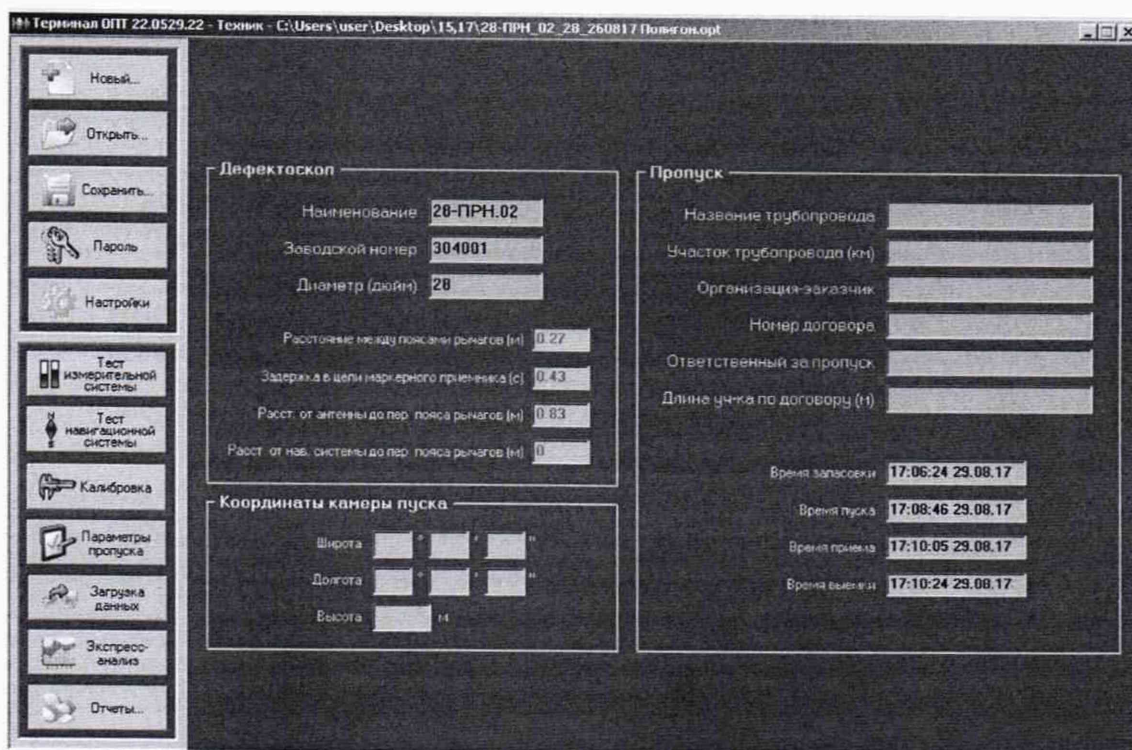


Рисунок 3 – Окно программы «Терминал ОПТ»

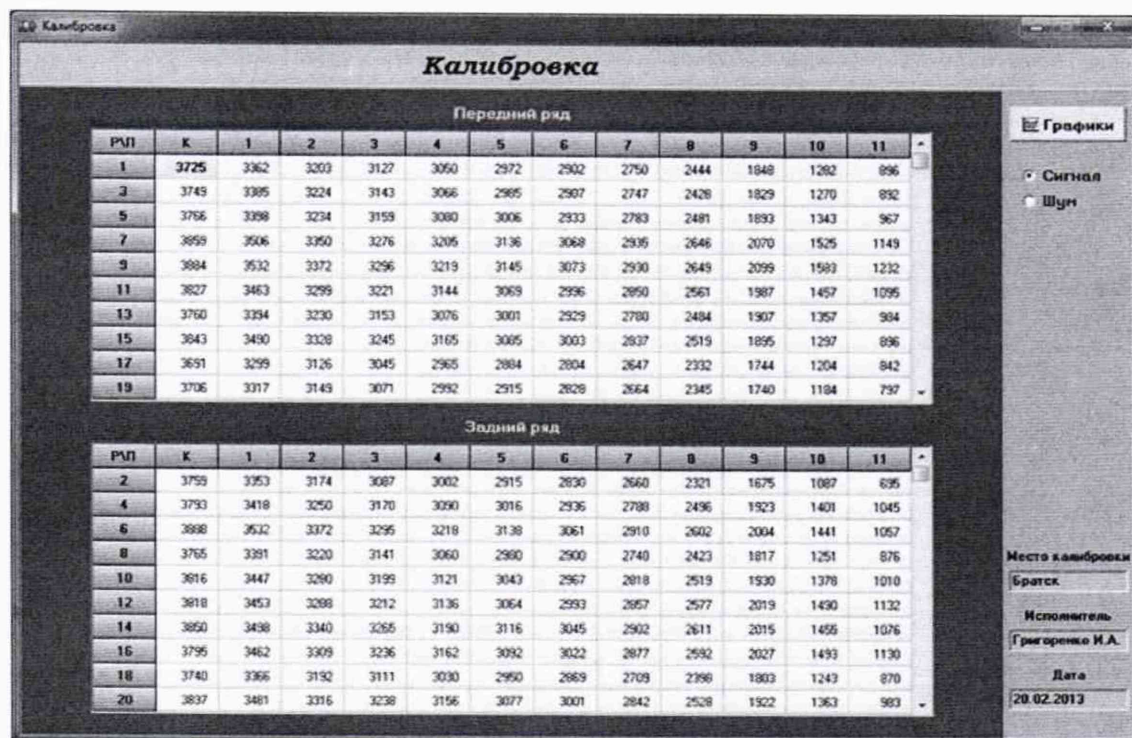


Рисунок 4 – Окно калибровки

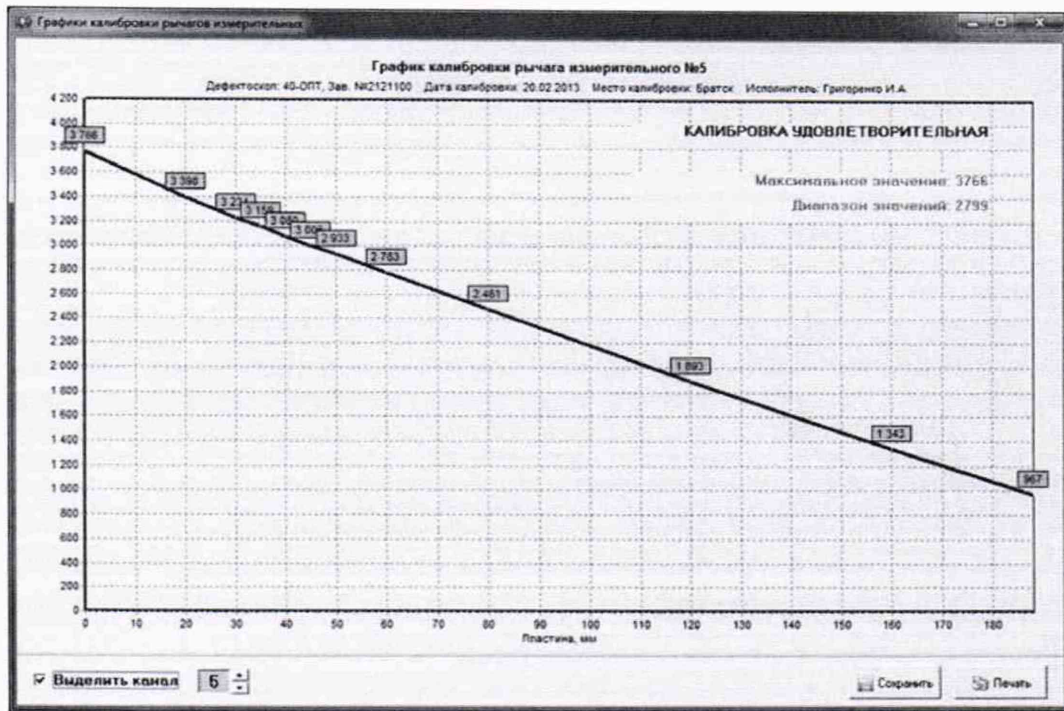


Рисунок 5 – Окно построения калибровочной кривой

8.3.2.3 Для определения диапазона измерения глубины дефекта трубы выступающего внутрь перевести профиломер в режим пропуска заблаговременно, установив настройки «параметры пропуска», как показано на рисунках 6-8. Установить на калибровочное приспособление планку, чертеж которой приведен в приложении А.

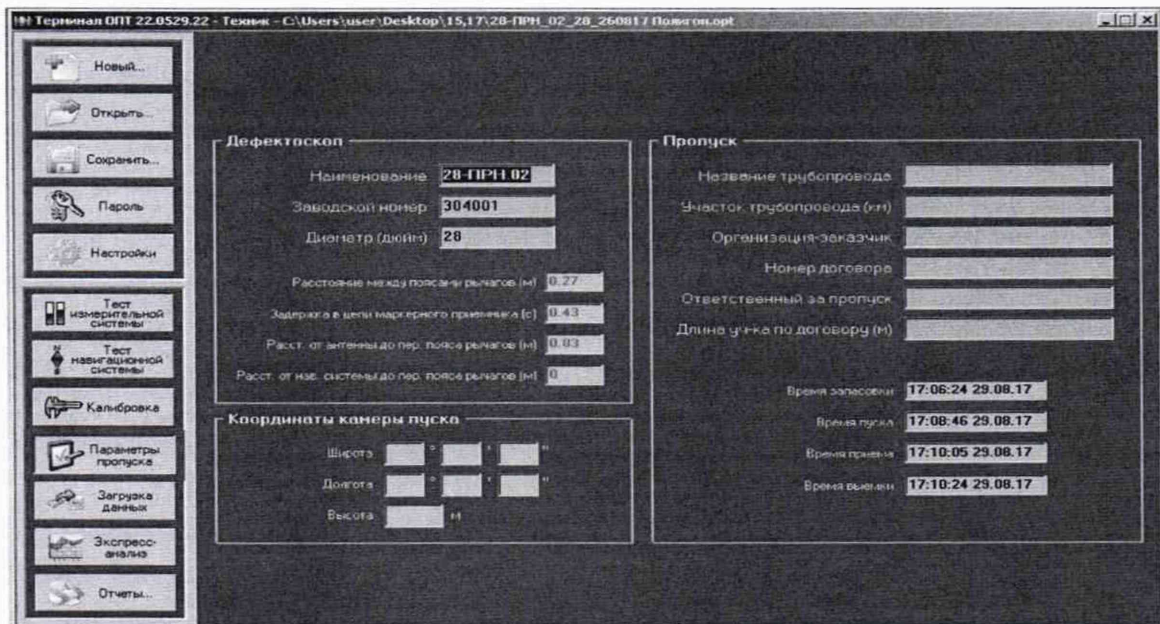


Рисунок 6 – Окно программы «Терминал ОПТ»

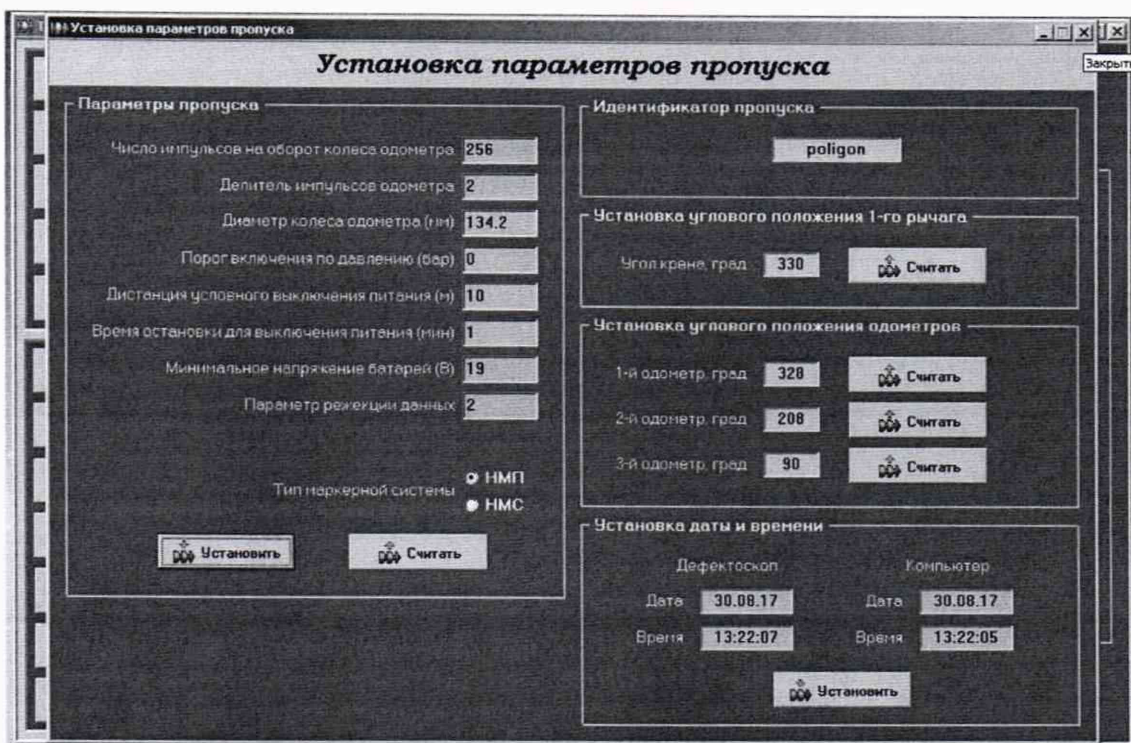


Рисунок 7 – Окно установки параметров пропуска

После нажатия кнопки «установить» данные заносятся в «Терминал ОПТ», а после нажатия кнопки «считать» в память профилемера.

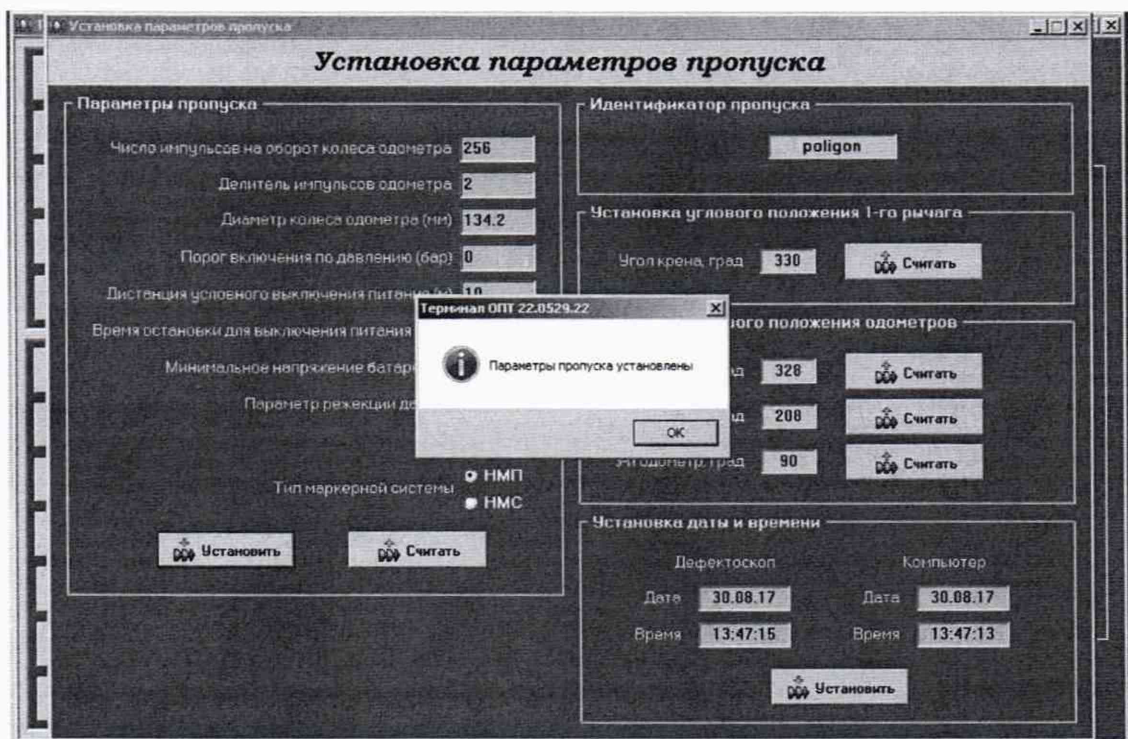


Рисунок 8 – Окно подтверждения установки параметров пропуска

После нажатия кнопки «считать» производится расчет ресурса батарей (рисунок 9-10).

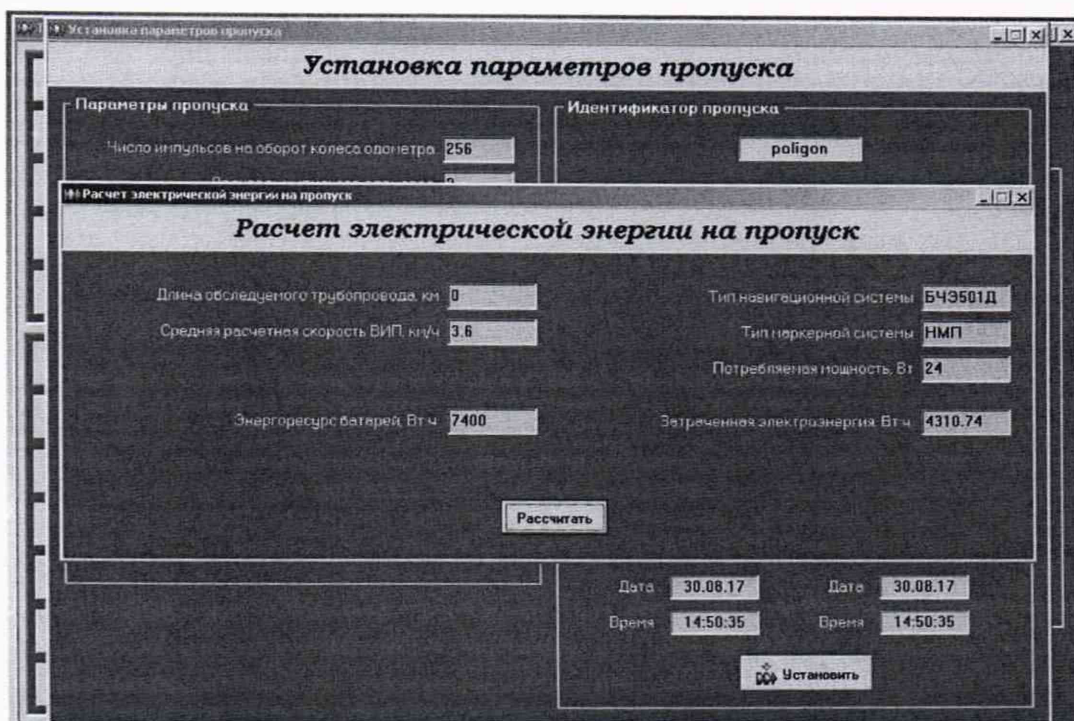


Рисунок 9 – Окно расчета электрической энергии на пропуск

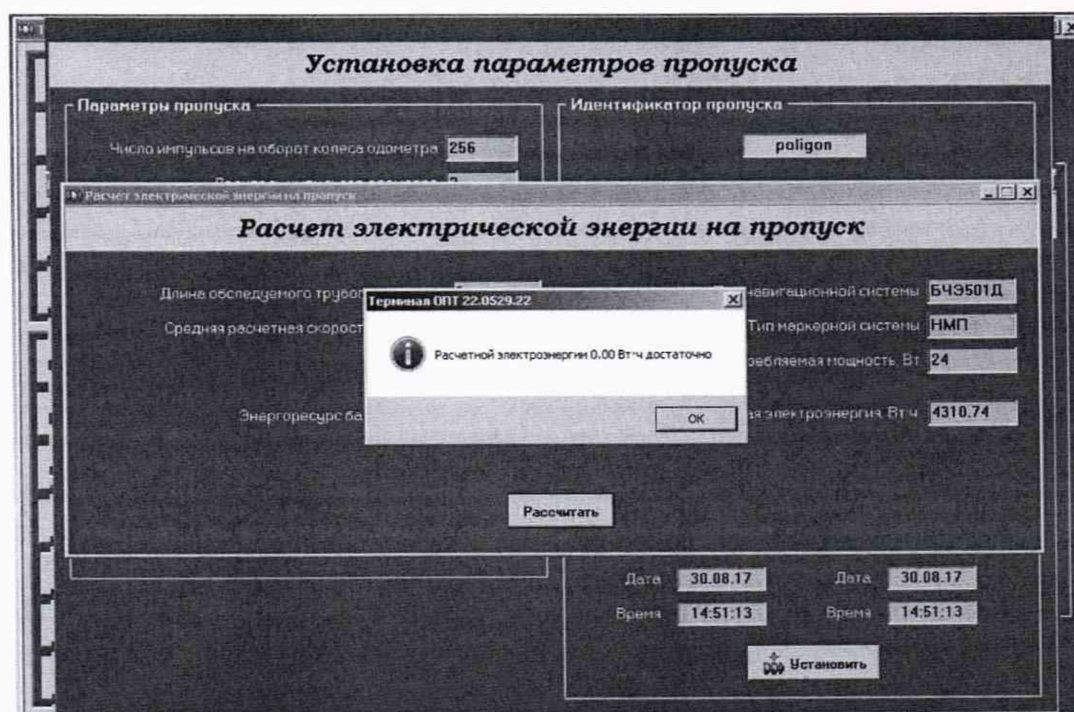


Рисунок 10 – Окно с результатом расчета

Положением нуля считать положение, при котором измерительный рычаг профилемера упирается в планку, установленную на калибровочное приспособление.

Произвести пять полных оборотов колеса одометра в положении нуля. Далее последовательно между измерительным рычагом и планкой установить концевые меры с номинальными значениями толщин приведенные в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень устанавливаемых концевых мер

Обозначение профилемера	Типоразмеры профилемеров		Значение параметра
	мм	дюйм	
40-ПРН.02-00.000	1020	40	4, 6, 8, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 153*
	1067	42 API	4, 6, 8, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 158*
	1220	48	4, 6, 8, 10, 20, 40, 60, 80, 100, 185*

* - блок притертых концевых мер

После установки каждой меры произвести три полных оборота колеса одометра. После этого перевести рычаги в положение нуля и произвести десять полных оборотов колеса одометра.

8.3.2.4 По истечении времени заложенного на выключения питания (рисунок 7), установленного в настройках, закрыть окно режима измерения. Провести процедуру выгрузки результатов измерений, для этого после запуска программы «Терминал ОПТ» нажать клавишу «Загрузка данных» и вкладку «Загрузка данных и трансляция» (рисунок 11).

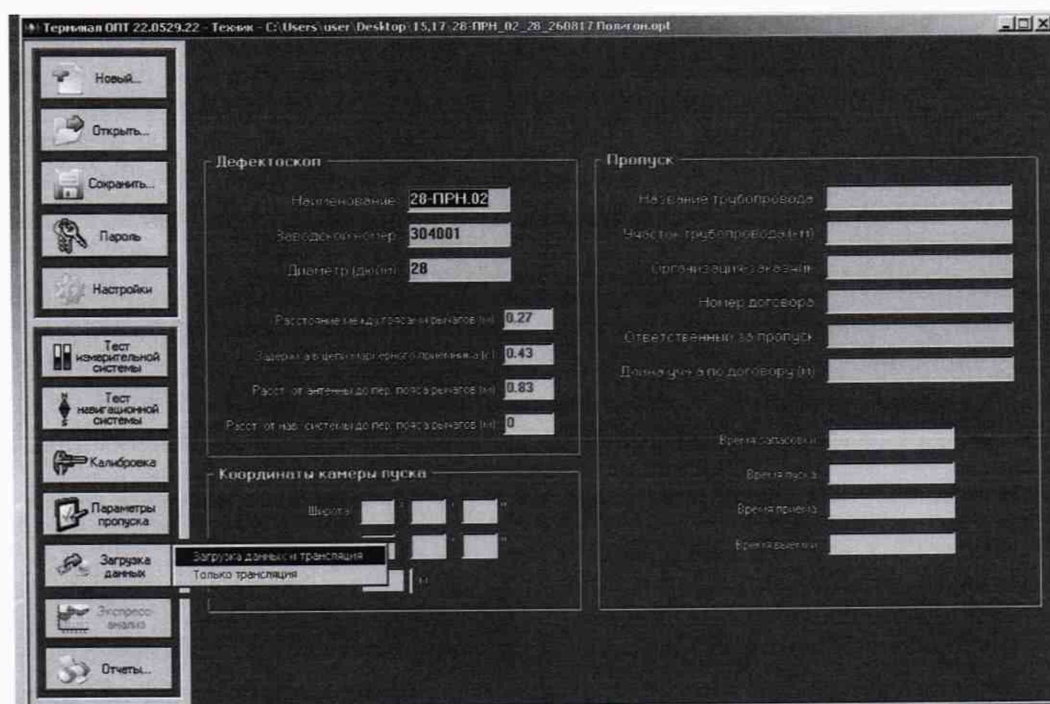


Рисунок 11 – Окно программы «Терминал ОПТ»

В случае положительной трансляции данных программа должна выдать следующее сообщение (рисунок 12).

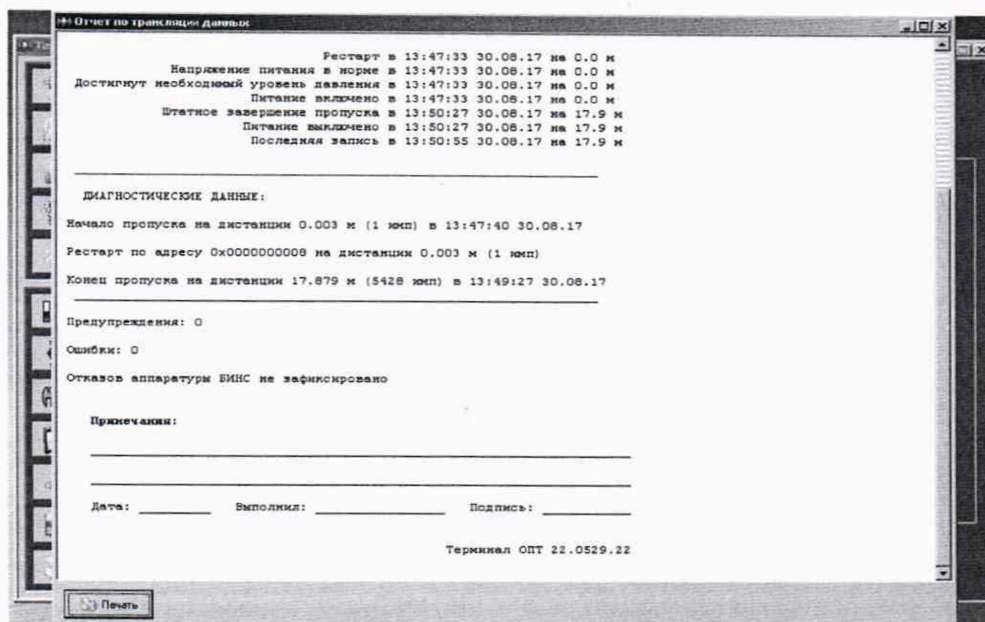


Рисунок 12 – Окно отчета по трансляции данных

Далее в программе «Терминал ОПТ» нажать кнопку «Экспресс-анализ» и выбрать вкладку «Анализ диагностических данных» (рисунок 13).

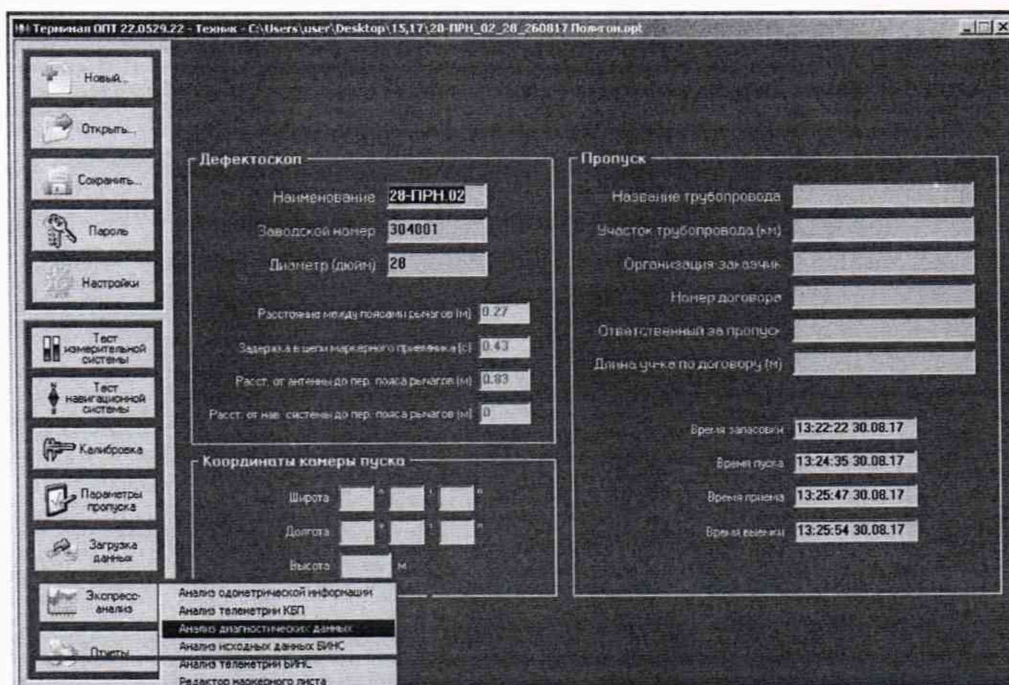


Рисунок 13 – Окно программы «Терминал ОПТ»

В результате отображается ступенчатый график зависимости положения рычага от пройденного расстояния, верхнее значение которого соответствует положению нуля, а нижнее измерению длины концевой меры с максимальным значением. Для получения измерений, необходимо установить красный строб на участок диаграммы соответствующее положению нуля, а зеленый строб установить последовательно на значение соответствующее измерению длины каждой концевой меры. Установка стробов и получение результата производится с помощью клавиш в нижней части экрана (рисунок 14).

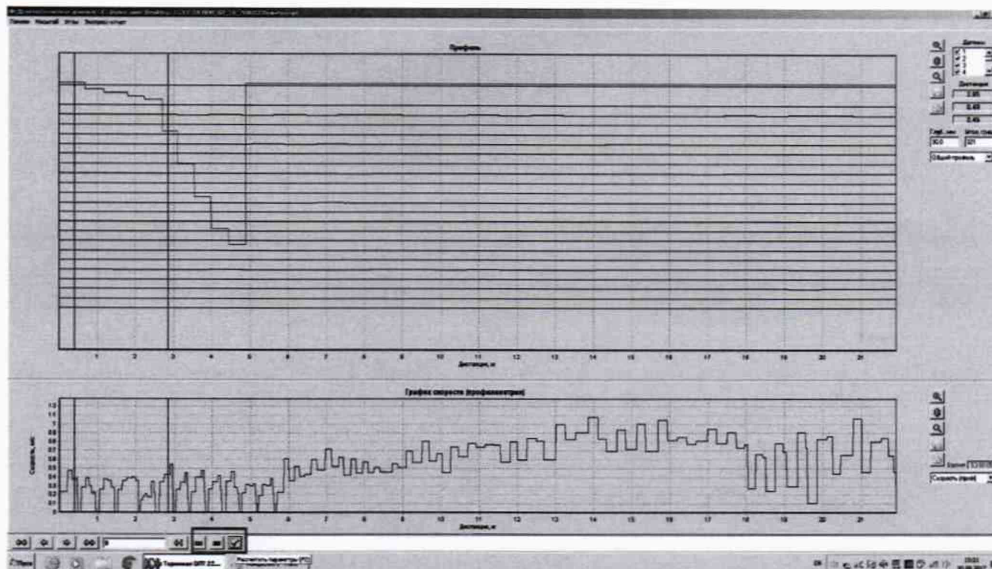


Рисунок 14 – Окно результатов измерений.

8.3.2.5 Повторить пункты 8.3.2.3 и 8.3.2.4 еще 2 раза, результаты усреднить.

8.3.2.6 По результатам измерений пунктов 8.3.2.3 - 8.3.2.5 рассчитать отклонение от номинального значения длины концевой меры Δh_i , мм, по формуле:

$$\Delta h_i = h_{\text{конци}} - h_{\text{срi}} \quad (10)$$

$h_{\text{конци}}$ – значение длины концевой меры (блока притертых концевых мер), приведенное в свидетельстве о поверке, мм.

$h_{\text{срi}}$ – усредненное по результатам п. 8.3.2.5 измеренное значение длины концевой меры, мм.

8.3.2.7 Рассчитать значение допускаемой абсолютной погрешности измерения дефекта геометрии выступающего внутрь ΔH_i , мм, по формуле:

$$\Delta H_i = \sqrt{\Delta h_i^2 + \Theta_{\text{конци}}^2} \quad (11)$$

$\Theta_{\text{конци}}$ – значение абсолютной погрешности концевой меры, указанное в свидетельстве о поверке, мм.

8.3.2.8 Повторить пункты 8.3.2.2-8.3.2.7 для каждого канала профиломера каждого возможного для модификации типоразмера.

8.3.2.9 Профиломеры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерения глубины дефекта выступающего внутрь и рассчитанные значения допускаемой абсолютной погрешности каждого канала соответствуют значениям приведенным в таблице 7:

Таблица 7 – Метрологические характеристики

Обозначение профиломеров	Типоразмеры профиломеров		Значение параметра Диапазон измерения глубины дефекта выступающего внутрь, мм
	мм	дюйм	
40-ПРН.02-00.000	1020	40	от 4 до 153
	1067	42 API	от 4 до 158
	1220	48	от 4 до 185
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины дефекта выступающего внутрь, мм			± 2,0

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты измерений заносятся в протокол (приложение Б).

9.2 Профилемеры, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них выдается свидетельство о поверке установленной формы и наносят знак поверки согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.3 Профилемеры, прошедшие поверку с отрицательным результатом, признаются непригодными, не допускаются к применению и выписывают «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Начальник отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Иванов

Начальник отдела Д-2
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Стрельцов

Инженер 2-ой категории сектора МО НК
отдела испытаний и сертификации
ФГУП «ВНИИОФИ»

П.С. Мальцев

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
к Методике поверки

«Профилемеры многоканальные с навигационной системой»

Планка устанавливаемая на калибровочное устройство.

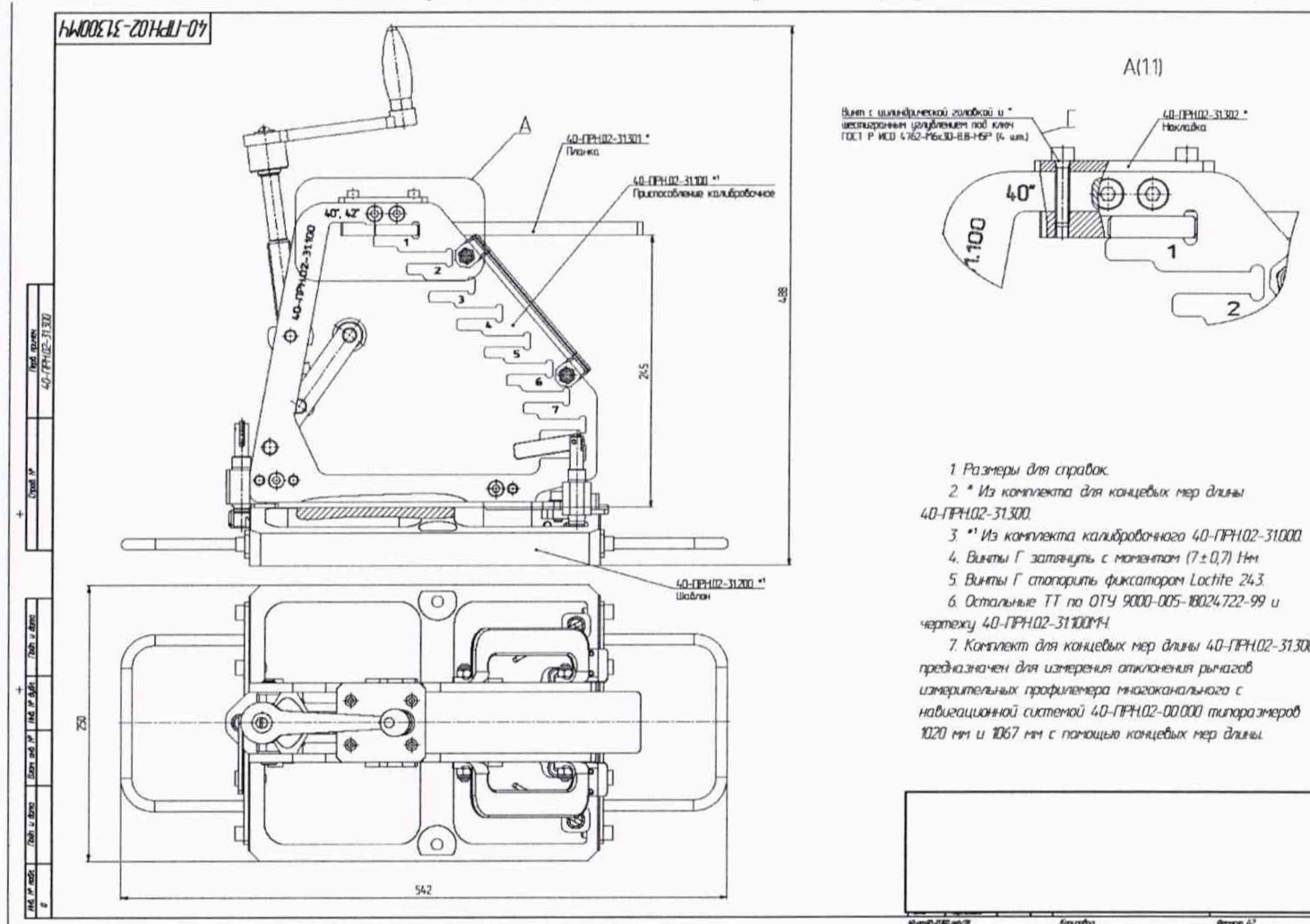


Рисунок А.1 – Чертеж планки установленной на калибровочное устройство

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)
к Методике поверки
«Профилемеры многоканальные с навигационной системой»

ПРОТОКОЛ
первичной / периодической поверки
от « _____ » _____ 20__ года

Средство измерений: Профилемеры многоканальные с навигационной системой
(Наименование СИ, тип (если в состав СИ входит несколько автономных блоков)

_____ то приводят их перечень (наименования) и типы с разделением знаком «косая дробь» /)

Зав.№ _____ №/№ _____

_____ Заводские номера блоков

Принадлежащее _____

_____ Наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки «Профилемеры многоканальные с навигационной системой МП 062.Д4-19», утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ» 2019 года.

_____ Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

С применением эталонов _____

_____ (наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

При следующих значениях влияющих факторов:

(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа 100 ± 4

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Характеристика	Результат	Требования методики поверки

Рекомендации _____

_____ Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители: _____

_____ подписи, ФИО, должность