



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
(БГТУ)

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО БГТУ
О.Н. Федонин
«20» апреля 2023 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по учебной дисциплине
ПД.02. Физика

Специальность:	15.02.16 Технология машиностроения
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Программа подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ):	базовая
Присваиваемая квалификация:	Техник-технолог
Форма обучения:	заочная
Срок получения СПО по ППССЗ:	4 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование
Год приема на обучение на 1-й курс:	2023

Брянск 2023

Методические указания по выполнению лабораторных работ
по учебной дисциплине
ПД.02. Физика (далее — МУ)

для специальности **15.02.16** Технология машиностроения

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ

А.А. Алхименкова

МУ рассмотрены и одобрены на заседании
предметно-цикловой комиссии
«Математических и общих
естественнонаучных дисциплин» ПК БГТУ
(далее — ПЦК)

от «20» апреля 2023 г., протокол № 9

Председатель ПЦК

Л.А. Лазарева

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ
по учебно-методической работе

Т.Е.Балашова

© Алхименкова А.А.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Главной задачей среднего профессионального образования является подготовка компетентных специалистов. В процессе формирования профессиональных и общих компетенций лабораторные занятия занимают промежуточное положение между теоретическим и производственным обучением и служат одним из важнейших средств осуществления связи теории и практики. Выполнение лабораторных работ направлено на достижение следующих **целей**:

- формирование навыков измерения физических величин и правильного представления результатов измерения,
- овладение практическими навыками проведения исследований, методами обработки и анализа результатов измерений,
- знакомство с методами исследования основных закономерностей физики,
- опытное обоснование, изучаемых физических явлений.

Выполнение лабораторных работ призвано способствовать закреплению теоретических знаний, формированию умений и способов действий через самостоятельную деятельность студентов. Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических (профессиональных) умений – выполнение определённых действий, операций. Основная задача лабораторных работ - научить студентов применять теоретические знания в практических ситуациях.

Выполнению лабораторной работы на уроке предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению лабораторной.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- смысл физических понятий;
- смысл физических величин;
- смысл физических законов.

Структура и содержание лабораторных работ включает в себя следующие элементы: тема, цель выполнения работы, оборудование, методические указания по выполнению работы, контрольные вопросы. По каждой работе необходимо оформить отчет в соответствии с требованиями, сделать выводы, ответить на контрольные вопросы. Отчет о выполненной работе представляется студентом преподавателю для проверки. Отчет может быть представлен как в письменном, так и печатном виде.

Для успешного выполнения лабораторных работ обучающиеся обязаны ознакомиться с порядком их проведения и изучить соответствующие разделы теоретического курса.

Обучающиеся должны четко представлять задачу, уметь проводить необходимые расчеты.

Общие указания к выполнению работ

Перед началом выполнения работы внимательно ознакомьтесь с инструкцией, заданием к лабораторной работе.

Отчет оформляется на листах со штампом. В отчет впишите тему, цель работы, оборудование, порядок выполнения, расчёты и вывод. При выполнении работы следуйте приведенным пунктам плана.

По мере выполнения работы необходимо сформулировать вывод.

Отчеты оформляются в журнале. На титульном листе должны быть указаны: название предмета, группа и фамилия студента. Титульный лист оформляется на формате А4

Пример оформления титульного листа:

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
«Политехнический колледж»

ЖУРНАЛ

лабораторных работ по учебной дисциплине
Физика

Студент: _____

Группа: _____

Преподаватель: _____

2022

Лабораторная работа №1

Проверка закона Бойля – Мариотта

Цель : опытным путем убедиться в правильности закона Бойля – Мариотта.

Теория: Закон Бойля-Мариотта для изотермического процесса, т.е. процесса, протекающего при постоянной температуре ($T_1=T_2$), является частным случаем объединенного газового закона:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \text{ или } \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Можно сказать, что давление данной массы газа при постоянной температуре изменяется обратно пропорционально его объему.

Оборудование: 1. Прозрачная трубка с краном.

2. Мерный цилиндр с водой.

3. Измерительная лента. 4. Штатив.

Испытуемый газ - воздух.

Порядок выполнения работы:

См.рисунок.

1. Измерить длину трубки, L (см)

2. Измерить высоту столба воды в цилиндре, h_1 (см)

3. Закрепить трубку в штатив.

4. Опустить трубку открытым концом в цилиндр.

В трубку заходит вода и сжимает воздух до тех пор, пока его давление не сравнится с внешним атмосферным давлением. Закрыть кран.

5. Вынуть трубку из цилиндра, кран не открывать.

6. Измерить высоту столба воды в трубке, h_2 (см)

7. Открыть кран и выпустить воду в цилиндр.

8. Данные замеров занести в таблицу.

9. Вычислить длину воздушного столба в трубке, $L_1 = L - h_1$ (см)

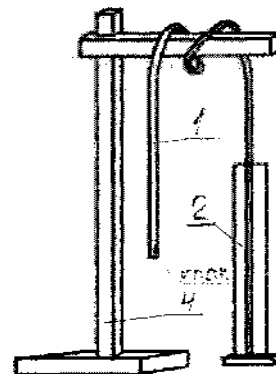
10. Вычислить длину воздушного столба в трубке после сжатия, $L_2 = L - h_2$ (см)

11. Вычислить гидростатическое давление воды в трубке, $p_v = \rho \cdot g \cdot h_2$, (Па), где $\rho = 10^3$ кг/м³ - плотность воды и $[h_2] = \text{м}$.

12. Вычислить давление воздуха в трубке после сжатия $p_2 = p_1 - p_v$ (Па)

13. Вычислить произведения отношений, $p_2 \cdot L_2 = p_1 \cdot L_1$

14. Занести результаты вычислений в таблицу.



Таблица

№ опыта	Длина трубки L , см	Давление воздуха атмосферное P_1 , Па	Длина столба воды в цилиндре, h_1 , см	Высота столба воды в трубке, h_2 , см	Давление столба воды в цилиндре P_v , Па	Давление воздуха в трубке после сжатия P_2 , Па	$P_1 \cdot L_1$, МПа см	$P_2 \cdot L_2$, МПа см
		$101,3 \cdot 10^3$						

Расчеты:

Вывод:

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Цель: опытным путём определить зависимость длины стержня от температуры и вычислить коэффициенты линейного расширения для стали и латуни.

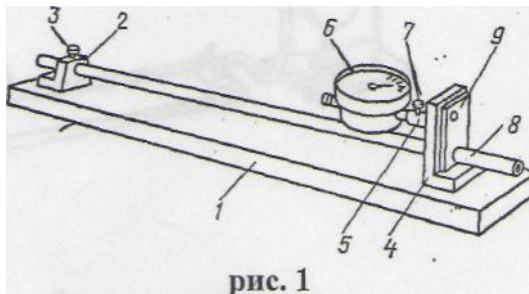
Теория. С изменением температуры тела его размеры изменяются. Тепловое расширение твердых тел, у которых имеется преимущество в одном изменении, характеризуется линейным расширением Δl : $\Delta l = \alpha l_0 \Delta t$, где α — коэффициент линейного расширения, зависящий от материала и температуры, однако если рассматривать не большие интервалы температур, то можно считать коэффициент линейного расширения для данного материала величиной постоянной.

Коэффициент линейного расширения показывает, на какую долю своей первоначальной длины при 0°C изменяется длина тела при нагревании на 1 К или 1°C :

$$\alpha = \Delta l / (l_0 \Delta T), \text{ или } \alpha = \Delta l / (l_0 \Delta t),$$

где Δl — приращение длины.

Коэффициент линейного расширения твердого тела можно определить опытным путем. Прибор, предназначенный для эксперимента (рис. 1), позволяет производить опыт с индикатором или микрометром.



Оборудование. 1. Прибор для определения коэффициента линейного расширения металлов. 2. Индикатор или микрометр с трещоткой. 3. Парообразователь с резиновым шлангом. 4. Электроплитка или спиртовка. 5. Термометр (общий для всех учащихся). 6. Измерительная линейка.

Порядок выполнения работы.

Вариант I. Прибор с индикатором.

1. Установить прибор на подставке 1 так, чтобы стойка 4 находилась с правой стороны.
2. Испытуемый стержень 8 пропустить длинным концом через отверстие в стойках 2 и 4 так, чтобы планка 9 расположилась вертикально и не доходила до стойки 4 на 3—5 мм.
3. Закрепить трубку винтом 3 в левой стойке.
4. Измерить температуру окружающего воздуха.
5. Измерить начальную длину l_1 трубки при комнатной температуре, считая длиной расстояние от центра винта 3 до левой стороны стойки 4. Принять эту длину за l_0 .
6. Индикатор 6 вставить в отверстие патрубка 5 и закрепить винтом 7 так, чтобы обеспечить натяжение механизма индикатора через его стержень, который должен упираться в левую сторону пластинки (рис. 2). Натяжение определяется поворотом стрелки индикатора относительно шкалы на 1—2 оборота.
7. Поворотом наружного кольца-ободка индикатора установить конец стрелки против деления «нуль» на шкале.
8. Надеть на левый конец испытуемого стержня резиновую трубку от парообразователя (колба с водой) (рис. 3).

9. Поднести нагреватель под парообразователь.

10. После того как из свободного конца трубки станет сильной струей выходить пар, отсчитать по красной шкале индикатора абсолютное удлинение трубки Δl . Цена деления шкалы 0,01 мм.

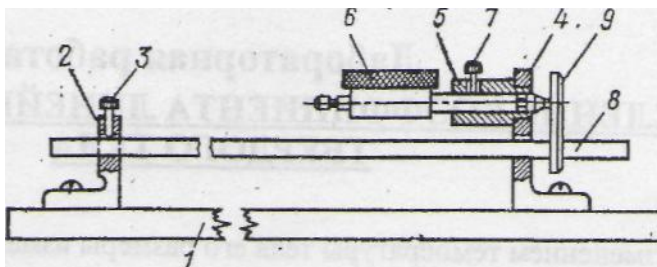


рис. 2

11. Принять температуру трубки равной 100°C .

12. Вычислить коэффициент линейного расширения.

13. Сравнить полученный результат с табличным значением коэффициента линейного расширения и сделать вывод.

14. Результаты измерений, вычислений записать в таблицу.

15. Относительную погрешность измерения найти любым из известных способов.

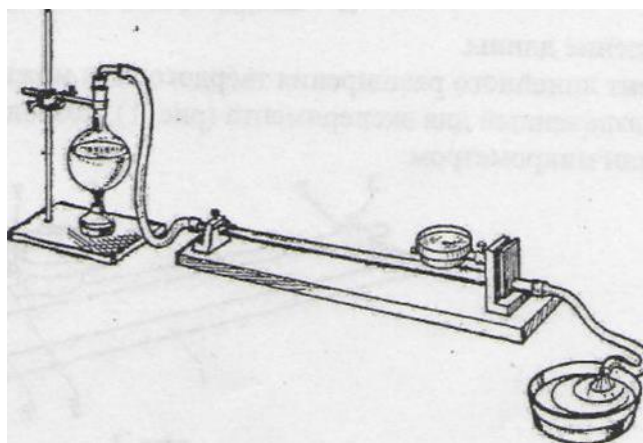


Рис 3

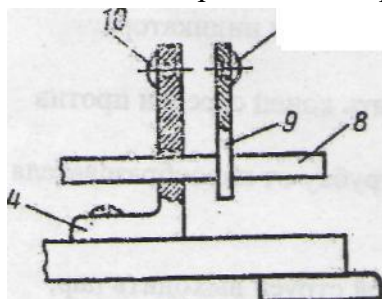
Вариант II. Прибор с микрометром (индикатор снят); 1—5. См. «Порядок выполнения работы» варианта 1.

6. Измерить микрометром расстояние Δl по наружным поверхностям сферических вставок 10 (рис. 4) до пропускания пара.

7—8. См. «Порядок выполнения работы» варианта I, п. 8. 9.

9. Измерить микрометром расстояние Δl по наружным поверхностям вставок 10 после того, как из свободного конца трубки станет сильной струей выходить пар.

10. Принять температуру трубки 100°C .



11. Вычислить коэффициент линейного расширения.

12. Сравнить полученный результат с табличным значением коэффициента линейного расширения и сделать вывод.

13. Относительную погрешность измерения найти любым из известных способов.

14. Результаты измерений и вычислений записать в таблице.

рис. 4

Материал стержня	Начальная длина стержня, $l_0, \text{м}$	Температура стержня		Разница температ. $\Delta t, ^\circ \text{C}$	Удлинение стержня, $\Delta l, \text{м}$	Коэф. лин. расширен. $\alpha, \text{град}^{-1}$	Отн. погрешность %
		Начальн.	Конечн.				

Расчеты:

Вывод:

Лабораторная работа №3
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ И ВНУТРЕННЕГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.**

Цель: собрать электрическую цепь для определения внешнего напряжения и тока в цепи; используя опытные данные определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника электрической энергии.

Теория. Для получения электрического тока в проводнике необходимо создать и поддерживать на его концах разность потенциалов (напряжение). Для этого используют источник тока. Разность потенциалов на его полюсах образуется вследствие разделения зарядов. Работу по разделению зарядов выполняют сторонние (не электрического происхождения) силы.

При разомкнутой цепи энергия, затраченная в процессе работы сторонних сил, превращается в энергию источника тока. При замыкании электрической цепи запасенная в источнике тока энергия расходуется на работу по перемещению зарядов во внешней и внутренней частях цепи с сопротивлениями соответственно R и r .

Величина, численно равная работе, которую совершают сторонние силы при перемещении единичного заряда внутри источника тока, называется электродвижущей силой источника тока \mathcal{E} .

$$\mathcal{E} = IR + Ir$$

в СИ выражается в вольтах (В).

Электродвижущую силу и внутреннее сопротивление источника тока можно определить экспериментально.

Оборудование. 1. Источник электрической энергии. 2. Реостат на 6—10 Ом. 3. Амперметр. 4. Вольтметр. 5. Ключ. 6. Соединительные провода.

Порядок выполнения работы.

1. Определить цену деления шкалы измерительных приборов.
2. Составить электрическую цепь по схеме, изображенной на рисунке.
3. После проверки цепи преподавателем замкнуть ключ и, пользуясь реостатом, установить силу тока, соответствующую нескольким делениям шкалы амперметра. Снять показания вольтметра и амперметра.
4. Опыт повторить 2—3 раза, изменяя сопротивление цепи при помощи реостата.
5. Результаты измерений подставить в уравнение $\mathcal{E} = U + Ir$ и, решая системы уравнений:

$$\mathcal{E} = U_1 + I_1 r$$

$$\mathcal{E} = U_2 + I_2 r$$

$$\mathcal{E} = U_2 + I_2 r$$

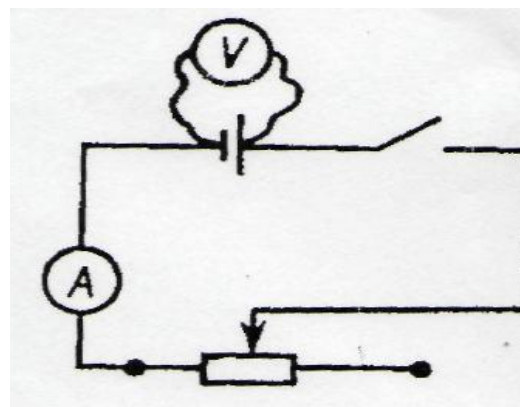
$$\mathcal{E} = U_3 + I_3 r$$

$$\mathcal{E} = U_3 + I_3 r$$

$$\mathcal{E} = U_1 + I_1 r$$

определить r , а затем \mathcal{E} .

6. Вычислить средние значения найденных величин $r_{\text{ср}}$, $\mathcal{E}_{\text{ср}}$.
7. Определить относительную погрешность методом среднего арифметического.
8. Результаты измерений и вычислений записать в таблице.



№ опыта	Сила тока в цепи, I, А	Напряжение на внешней цепи, U, В	ЭДС \mathcal{E} , В	Внутреннее Сопротивление, г, Ом

Расчеты:

Вывод:

Лабораторная работа №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА

Цель: собрать электрическую цепь для определения напряжения и тока на участке цепи; определить длину и диаметр проводника и вычислить удельное сопротивление проводника, используя опытные данные.

Теория. Основной электрической характеристикой проводника является сопротивление R . Для металлического проводника, сопротивление R прямо-

L

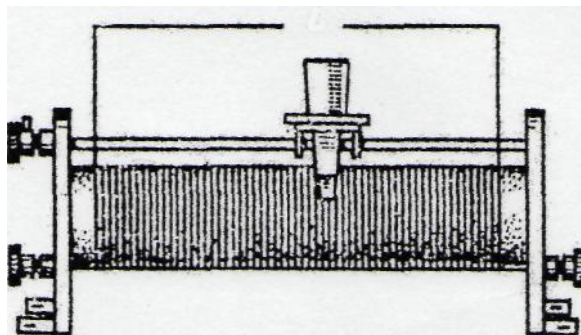


рис. 1

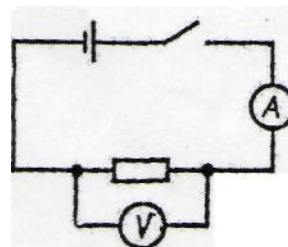


рис. 2

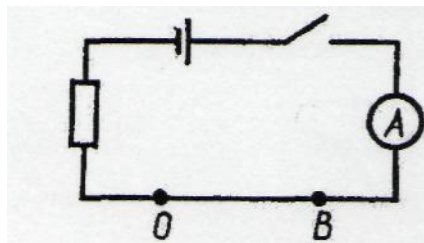
пропорционально его длине l и обратно пропорционально площади поперечного сечения $S/R = \rho l/S$, где ρ - удельное сопротивление (выражается в Ом·м), оно выражает зависимость сопротивления от материала проводника, показывает, каким сопротивлением обладает проводник длиной 1 м и площадью сечения 1 м^2 :

$$\rho = RS/l$$

В качестве исследуемого материала можно использовать обмотку реостата на 6 В (рис. 1).

Оборудование. 1. Реостат. 2. Масштабная линейка. 3. Штангенциркуль. 4. Амперметр. 5. Вольтметр. 6. Источник электрической энергии. 7. Ключ. 8. Соединительные провода.

- Порядок выполнения работы.** 1. Для измерения длины проволоки необходимо измерить диаметр D керамического цилиндра реостата и подсчитать число витков на нем n . Длина проволоки определяется по формуле $l = \pi Dn$
2. Для определения площади поперечного сечения проволоки необходимо знать ее диаметр. Для этого следует измерить штангенциркулем длину обмотки реостата L (рис. 1); зная число витков n , определить диаметр проволоки d ($d=L/n$) и площадь поперечного сечения S ($S=\pi d^2/4$).
3. Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.
4. Составить цепь по схеме, изображенной на рис. 2.



5. После проверки преподавателем цепь замкнуть, измерить силу тока в реостате и

напряжение на нем (когда реостат полностью введен в цепь). Пользуясь формулой закона Ома, определить R : $R=U/I$.

6. Учитывая, что провод реостата изготовлен из нихрома, сравнить результат опыта с табличным значением удельного сопротивления нихрома и определить относительную погрешность.

рис. 3

Длина провода, l, м	Диаметр провода, d, м	Площадь поперечн. сечения, S, м ²	Сила тока, I А	Напряжение, U, В	Сопротивление R, Ом	Удельное сопротивление ρ, Ом·м

Расчеты:

Вывод:

Лабораторная работа №5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕЛОМЛЕНИЯ СТЕКЛА

Цель: построить углы падения и преломления светового луча, из полученных построений выразить синусы этих углов через отрезки и вычислить показатель преломления стекла.

Теория. При переходе света из одной среды в другую происходит преломление лучей - изменяется направление распространения света. Это явление объясняется тем, что в различных средах скорость света различна.

Отношение скорости света c , в вакууме к скорости v света в данной среде называется абсолютным показателем преломления n этой среды:

$$n = c/v$$

Из данной формулы легко можно получить другую, связывающую n с углами падения α и преломления β :

$$n = \sin \alpha / \sin \beta$$

Это - второй закон преломления света.

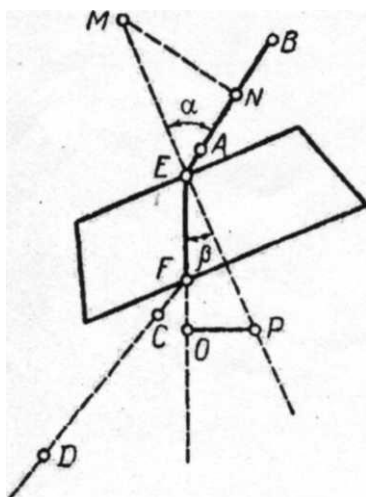
Таким образом, для вычисления n достаточно измерить два угла - α и β .

Так как скорость света в воздухе составляет 99,9% скорости света в вакууме, то во многих случаях, не требующих очень большой точности, можно за абсолютный показатель преломления среды принять ее показатель преломления, измеренный при переходе луча в данную среду из воздуха.

Оборудование. 1. Пластина с параллельными гранями 2. Пробка с булавками 3. Чистый лист бумаги 4. Лист картона 5. Треугольник.

Порядок проведения работы

1. На середину листа бумаги положить плоскою пластинку. Расположиться так, чтобы глаз находился на уровне пластинки.
2. Вблизи от боковой грани пластинки вколоть булавку A .
3. Смотреть на булавку A через пластинку; медленно поворачивать пластинку, пока верхняя часть булавки и видимая через стекло ее нижняя часть разойдутся на возможно большее расстояние.
4. Вколоть булавки B, C, D ; места для них выбрать так, чтобы видимые через пластинку нижние части булавок казались расположенными на одной прямой (рисунок).
5. Обвести очертания пластинки карандашом, вынуть булавки и отметить (точками и буквами) их положения.
6. Снять пластинку. Прочертить, линии BE, EF, DF , продолжить EF до края листа.
7. Через точку E провести прямую под прямым углом к передней грани пластинки, вдоль этой прямой отложить равные отрезки EM и EP (по 5 см).



8. Из точек M и P опустить перпендикуляры на BE (MN) и EF (OP). В полученных прямоугольных треугольниках угол MEN - α (угол падения), угол PEO - β (угол преломления).
9. Измерить в треугольниках EMN и EPO противолежащие углам α и β катеты MN и OP (гипотенузы EM и EP равны по построению).
10. По результатам измерений, пользуясь вторым законом преломления света, вычислить искомый коэффициент преломления стекла n :

$$n = MN/OP$$

11. Повторить опыт, изменив величину угла падения луча BE ; найти среднее значение коэффициента преломления стекла

12. Занести результаты измерений и вычислений в таблицу:

№ опыта	MN, мм	OP, мм	n	n _{ср.}	Относит. погрешность δ , %

13. Определить абсолютную и относительную погрешности способом оценки результатов измерений:

$$\delta = \Delta n / n_{\text{изм}} = \Delta(MN) / MN + \Delta(OP) / OP;$$

$$\Delta(MN) = 1 \text{ мм}; \quad \Delta(OP) = 1 \text{ мм}.$$

$$\Delta = \Delta n / n_{\text{изм}} = 1 / MN + 1 / OP;$$

$$\Delta n = \delta n_{\text{изм}}; \quad n = n_{\text{изм}} \pm \Delta n,$$

где n - действительное значение измеряемой величины.

$$n_{\text{изм}} - \Delta n < n_{\text{т}} < n_{\text{изм}} + \Delta n$$

Расчеты:

Вывод: