**Изображение выглядит как черный, темнота

Автоматически созданное описание**

**Лабораторная работа №2:   
«Оценка погрешности на основании проведения косвенных измерений»**

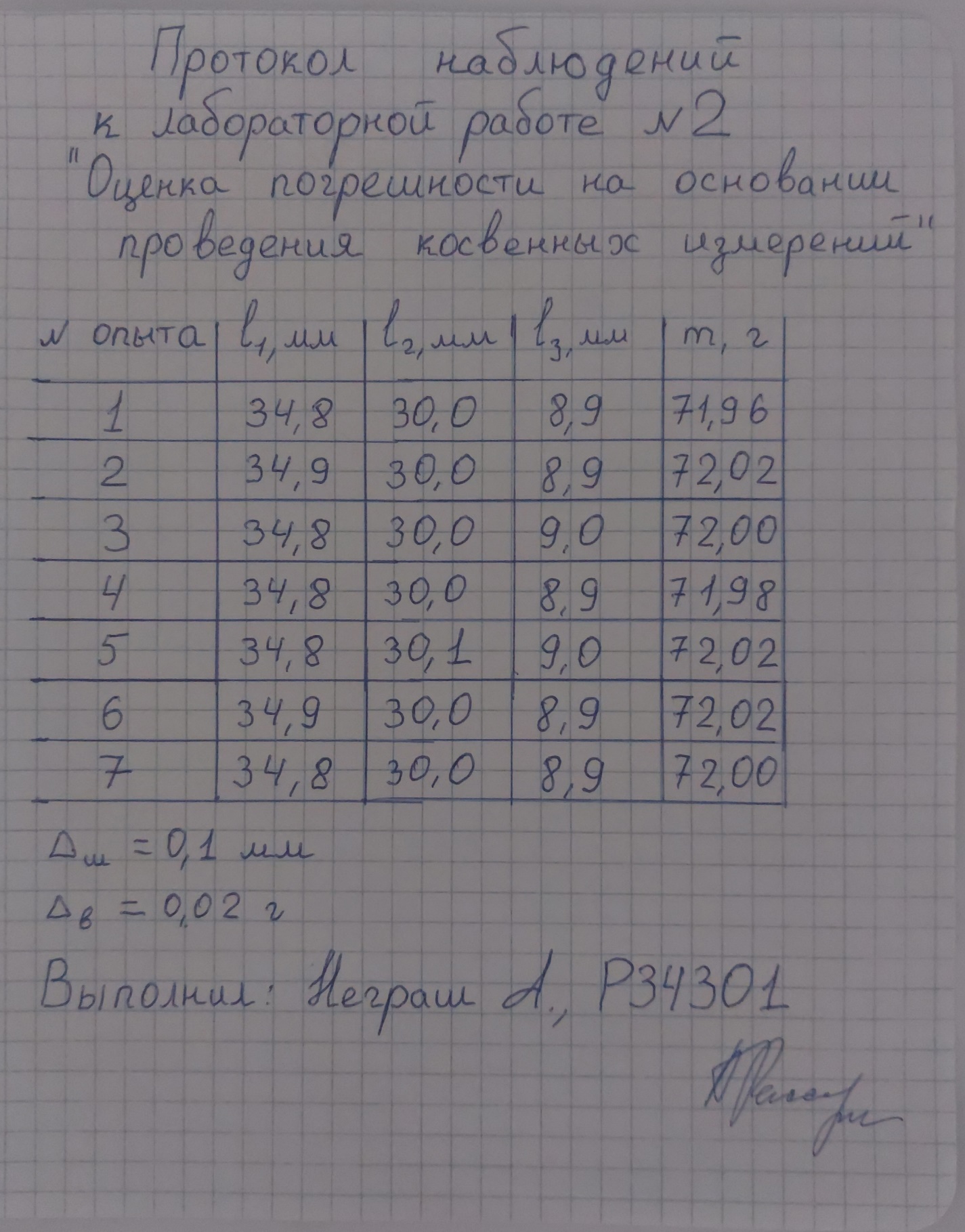
по дисциплине: Метрология, стандартизация и сертификация

Выполнил: Неграш Андрей, P34301

Преподаватель: Рассадина Анна Александровна

Санкт-Петербург  
 2023

# Протокол измерений



# Цель

Провести прямые измерения длины, ширины и толщины выданного эталона при помощи штангенциркуля, а также массы при помощи весов, и согласно полученным результатам провести оценку погрешности вычисления плотности материала выданного эталона.

# Обработка результатов измерений

Для удобства проведения дальнейших вычислений перепишем таблицу с измерениями:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ опыта** | **l1, мм** | **l2, мм** | **l3, мм** | **m, г** |
| 1 | 34,80 | 30,00 | 8,90 | 71,96 |
| 2 | 34,90 | 30,00 | 8,90 | 72,02 |
| 3 | 34,80 | 30,00 | 9,00 | 72,00 |
| 4 | 34,80 | 30,00 | 8,90 | 71,98 |
| 5 | 34,80 | 30,10 | 9,00 | 72,02 |
| 6 | 34,90 | 30,00 | 8,90 | 72,02 |
| 7 | 34,80 | 30,00 | 8,90 | 72,00 |

Поскольку результаты наблюдений не образуют соответствующих выборок, а значение результирующей функции образуют выборку, так как мы высчитываем плотность материала эталона, для обработки результата мы будем использовать выборочный метод.

## Учёт систематических погрешностей

Записанная на измерительных приборах (штангенциркуле и весах) точность измерений составляет соответственно:

Приборная систематическая погрешность вычисляется по формуле:

Тогда для используемого штангенциркуля систематическая погрешность составляет:

Для используемых весов систематическая погрешность составляет:

## Определение среднего для прямых измерений

Вычисление среднего арифметического значения исправленных результатов измерений происходит по формуле:

Поскольку во всех результатах измерений содержится постоянная систематическая погрешность, обусловленная использованием одного и того же измерительного прибора, для вычисления среднего значения мы её исключим, и таким образом исправленные результаты измерений в данном случае будут равны неисправленным.

Вычислим среднее арифметическое значение с помощью указанной выше формулы для l1, l2, l3 и m:

## Вычисление полной абсолютной погрешности прямых измерений

Среднее квадратическое отклонение S группы, которая содержит n результатов измерений, вычисляется по формуле:

Вычислим среднее квадратическое отклонение для наших измерений:

Далее вычислим среднеквадратическое отклонение среднего по формуле:

Для наших прямых измерений:

Затем определим доверительные границы случайной погрешности оценки измерямых прямых величин по формуле:

Выберем коэффициент Стьюдента по таблице, где доверительная вероятность P=95%. По таблице . Тогда доверительные границы случайности для наших вычислений:

Теперь вычислим полную абсолютную погрешность прямых измерений по формуле:

Для наших измерений:

## Вычисление среднего значения плотности

Среднее значение плотности вычисляется по формуле:

Для наших данных:

В системе СИ необходимо использовать размерность кг/м3, так что умножим результат на 106 для получения корректной размерности:

## Нахождение случайной ошибки косвенных измерений

Для нахождения случайной ошибки косвенных измерений воспользуемся формулой:

Необходимо вычислить натуральный логарифм для нашей функции:

Тогда:

Отсюда формула нахождения случайной ошибки косвенных измерений приобретает следующий вид:

Подставим соответствующие значения и умножим на 106 для получения значения в кг/м3:

## Вычисление систематической ошибки

Для нахождения случайной ошибки косвенных измерений воспользуемся формулой:

Для наших вычислений:

Подставляем значения и также умножаем на 106 для получения значения в кг/м3:

* 1. Запись окончательного результата

Для записи окончательного результата нам потребуется учесть полную абсолютную погрешность прямого измерения согласно формуле:

Тогда для наших значений:

Также вычислим относительную погрешность по формуле:

Для вычисленных в процессе лабораторной работы значений:

После всех проведённых вычислений мы можем записать окончательный результат косвенного измерения:

# Вывод

При обработке результатов косвенных измерений необходимо учитывать случайную и систематическую погрешность. Систематическая составляющая погрешности определялась через погрешность измерительного прибора. Случайная составляющая погрешности определялась вероятностными методами. В результате вычислений относительная погрешность составила 1,19%, что говорит о том, что результаты измерений являются высокоточными.