СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР –

факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,

Школа имени А.Н. Колмогорова

Кафедра физики

Общий физический практикум

Лабораторная работа № 1.1

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ НА РАЗЛИЧНЫЕ СИГНАЛЫ**

**Составители**

**С.Д. Варламов, Д.В. Глазов**

2020 г

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ НА РАЗЛИЧНЫЕ СИГНАЛЫ.**

Целью работы является ознакомление учащихся с одним из методов определения времени человеческой реакции. Если один учащийся, без предупреждения отпустит линейку, а другой поймает её, то измеряя пройденное линейкой расстояние, мы получаем возможность рассчитать время реакции на полученный сигнал.

**Теоретическая часть**

Тело, свободно падающее без начальной скорости, преодолевает путь H за время t

 (1)

откуда

 (2)

Таким образом, измерив расстояние, которое пролетит линейка до остановки, можно вычислить время человеческой реакции.

Перед проведением эксперимента важно понять, какое число опытов необходимо провести, чтобы полученную величину можно было считать достоверной.

Предположим, что каждое измерение проводится с точностью отсчета$ ∆x\_{приб} = 2 мм.$ Под точностью отсчета в данном опыте понимают то, насколько точно можно сопоставить положение края большого пальца определенному делению на линейке. При этом от опыта к опыту наблюдается разброс результатов вблизи среднего значения. Пусть среднее значение отклонения от вычисленного среднего значения $∆x\_{изм}$ оказалось равно по модулю 15 мм. Тогда добавка еще одного измерения к проделанной серии измерений не должна изменить новое вычисленное среднее значение погрешности измерений на величину большую, чем точность измерений, которую обеспечивает измерительный прибор$∆x\_{приб}$:

 (3)

Для указанных конкретных значений, $15/N < 2$. Следовательно, необходимое число измерений в данном случае $N > [15/2] = 7$. Поскольку ученики не роботы, то разброс полученных значений вблизи средней величины заведомо больше точности, которую может обеспечить линейка $(0,2 см)$, и необходимо провести достаточное количество измерений. Если попадется "робот", у которого все результаты будут $20,0 ; 20,0 ; 20,0 ; 20,0$ и так далее, то в этом случае хватит и небольшого количества измерений $(3 – 4)$, но необходимо убедиться в воспроизводимости получаемых результатов.

**Экспериментальная часть**

**Оборудование:** Линейка 50 см. Объект изучения = товарищ по учёбе. Проводить эксперименты друг над другом рекомендуется по очереди, меняясь ролями.

**Упражнение 1.** Определение времени реакции на сигнал, полученный посредством зрения:

1. Школьник, время реакции которого будет измеряться, (первый школьник) садится за стол, располагает руку на столе так, чтобы пальцы выступали за край стола на 7-10 см. Между указательным и большим пальцами должен быть зазор не менее 5 см.
2. Экспериментатор (второй школьник) держит линейку двумя пальцами за верхний конец, располагая её вертикально в таком положении, чтобы над верхними точками пальцев (указательного и большого) объекта изучения (партнера по эксперименту) находилось деление линейки «0 см».
3. Экспериментатор без предупреждения отпускает линейку, не придавая ей скорости, а просто раздвигая в стороны пальцы, которыми он линейку удерживал.
4. Первый школьник должен, увидев начало движения линейки, или движение пальцев экспериментатора, поймать линейку. Записывается расстояние, которое линейка успела пролететь с возможно большей точностью. То есть записывается деление линейки, напротив которого располагаются верхние точки пальцев, ухвативших и остановивших линейку.
5. Произведите несколько «тренировочных» запусков (п.2 - п.4) 3-5 штук. По результатам первых попыток оценивается «разброс значений» и вычисляется необходимое число опытов, которое следует проделать, чтобы получить среднее значение с максимально возможной точностью измерений, которую можно обеспечить прямыми измерениями линейки. То есть точность, с которой можно измерять расстояния линейкой.
6. Произведите контрольные запуски.
7. Заполните таблицу 1 (число необходимых опытов может не совпадать с числом колонок в приведенной ниже таблице ☺)

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер запуска | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| $$H,см$$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $$t, c$$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Упражнение 2.** Определение тактильной реакции:

1. Школьник, время реакции которого будет измеряться, (первый школьник) садится за стол, располагает одну руку (например, правую) на столе так, чтобы пальцы выступали за край стола на 7-10 см. Между указательным и большим пальцами должен быть зазор не менее 5 см и закрывает глаза.
2. Экспериментатор (второй школьник) держит линейку двумя пальцами за верхний конец, располагая её вертикально в таком положении, чтобы над верхними точками пальцев (указательного и большого) объекта изучения (партнера по эксперименту) находилось деление линейки «0 см».
3. Экспериментатор без предупреждения отпускает линейку, не придавая ей скорости, а просто раздвигая в стороны пальцы, которыми он линейку удерживал и в этот же момент касается второй руки (например, левой) объекта изучения.
4. Первый школьник должен, почувствовав прикосновение, поймать линейку. Записывается расстояние, которое линейка успела пролететь с возможно большей точностью. То есть записывается деление линейки, напротив которого располагаются верхние точки пальцев, ухвативших и остановивших линейку.
5. Пункты 5, 6, 7 такие же, как и в упражнении 1.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер запуска | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| $$H,см$$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $$t, c$$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Упражнение 3.** Определение реакции на звуковой сигнал:

1. Школьник, время реакции которого будет измеряться, (первый школьник) садится за стол, располагает одну руку (например, правую) на столе так, чтобы пальцы выступали за край стола на 7-10 см. Между указательным и большим пальцами должен быть зазор не менее 5 см и закрывает глаза.
2. Экспериментатор (второй школьник) держит линейку двумя пальцами за верхний конец, располагая её вертикально в таком положении, чтобы над верхними точками пальцев (указательного и большого) объекта изучения (партнера по эксперименту) находилось деление линейки «0 см».
3. Экспериментатор без предупреждения отпускает линейку, не придавая ей скорости, а просто раздвигая в стороны пальцы, которыми он линейку удерживал и в этот же момент издаёт какой-нибудь звук, например, ударяет карандашом по столу или щелкает пальцами возле уха объекта изучения.
4. Первый школьник должен, услышав звук, поймать линейку. Записывается расстояние, которое линейка успела пролететь с возможно большей точностью. То есть записывается деление линейки, напротив которого располагаются верхние точки пальцев, ухвативших и остановивших линейку.
5. Пункты 5, 6, 7 такие же, как и в упражнении 1.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер запуска | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| $$H,см$$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| $$t, c$$ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Расчетная часть**

Расчетная часть для всех трех упражнений идентична:

1. Оцените необходимое число опытов, которое нужно для получения максимальной точности определения среднего значения времени реакции. Эта оценка выполняется ещё до получения всех экспериментальных результатов. Приведите обоснование своей оценки.
2. Рассчитайте время реакции человека для каждого запуска по формуле (2)
3. Рассчитайте среднее расстояние, которое успевает пролететь линейка:

 (4)

1. Рассчитайте среднее время реакции человека двумя способами:

 (5)

 (6)

1. Оцените погрешности полученных величин:
	1. Абсолютная погрешность измерения высоты$∆H$ складывается из приборной погрешности линейки $∆H\_{приб}$и случайной ошибки эксперимента:

 (7)

 (8)

* 1. Относительная погрешность измерения высоты:

 (9)

* 1. Формулу для абсолютной ошибки определения времени можно вывести с учетом общей формулы расчета абсолютной ошибки определения значения функции, считая известными абсолютные погрешности значений её аргументов (ради напоминания формулы расчет произведен для всех переменных):

 (10)

где- частная производная функции $t(H,g)$ по переменной «$H$»;

где- частная производная функции $t\left(H,g\right)$ по переменной «$g$»*;*

В итоге получаем формулу для расчета абсолютной ошибки времени:

 (11)

* 1. Относительная погрешность измерения времени:

 (12)

1. Представьте итоговые результаты согласно правилам округления;
2. Сделайте письменно вывод о проделанной лабораторной работе.

**Вопросы**

1. Приведите пример ситуации, в котором результат зависит от времени реакции человека и требуется учитывать погрешность, связанную с нестабильностью (разбросом) времени человеческой реакции.
2. Приведите пример эксперимента, в котором человек измеряет время, запуская и останавливая секундомер, но учитывать время реакции не требуется.

**Общие вопросы**

1. Что является результатом измерения физической величины?
2. С какой целью измерение одной и той же величины проводится несколько раз?
3. Какие виды погрешностей прямых измерений вы знаете? Какие существуют способы уменьшения каждой из этих погрешностей?
4. Как суммируются различные погрешности?
5. Какие погрешности суммируются при сложении или делении прямых измерений и умножении-делении?
6. Сколько цифр следует оставить в записи итогового результата?