8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

9. Результаты косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

После нахождения tср рассчитаем угловое ускорение груза, угловое ускорение крестовины и момент силы натяжения нити (для примера рассчитаем значения для первого положения утяжелителей):

Рассчитаем при помощи метода наименьших квадратов (МНК) момент инерции крестовины с утяжелителем и момент силы трения и получим следующие результаты (приведены значения для первого положения утяжелителей):

Найдем расстояние между осью вращения и центром утяжелителя (для примера возьмем значения первого положения утяжелителей):

С помощью МНК определим значения :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Масса груза | Риски | a | e | M |
| m1 | 1 | 0,054679811 | 2,377383072 | 0,04931132 |
| 2 | 0,033651824 | 1,463122774 | 0,049417722 |
| 3 | 0,029491006 | 1,282217665 | 0,049438776 |
| 4 | 0,022991522 | 0,999631382 | 0,049471663 |
| 5 | 0,017807677 | 0,77424683 | 0,049497893 |
| 6 | 0,013897895 | 0,604256315 | 0,049517677 |
| m2 | 1 | 0,102819456 | 4,470411147 | 0,098135467 |
| 2 | 0,055114638 | 2,396288628 | 0,09861824 |
| 3 | 0,058071768 | 2,524859496 | 0,098588314 |
| 4 | 0,045780209 | 1,990443879 | 0,098712704 |
| 5 | 0,03587826 | 1,559924345 | 0,098812912 |
| 6 | 0,026881577 | 1,16876422 | 0,098903958 |
| m3 | 1 | 0,155555556 | 6,763285024 | 0,146402667 |
| 2 | 0,116270378 | 5,055233846 | 0,146999016 |
| 3 | 0,090185266 | 3,921098535 | 0,147394988 |
| 4 | 0,064933425 | 2,8231924 | 0,147778311 |
| 5 | 0,033034372 | 1,436277055 | 0,148262538 |
| 6 | 0,039723061 | 1,727089605 | 0,148161004 |
| m4 | 1 | 0,205516654 | 8,935506704 | 0,194192343 |
| 2 | 0,157650556 | 6,854372012 | 0,195161153 |
| 3 | 0,129341008 | 5,623522068 | 0,195734138 |
| 4 | 0,092996068 | 4,043307287 | 0,19646976 |
| 5 | 0,066354764 | 2,884989746 | 0,19700898 |
| 6 | 0,055114638 | 2,396288628 | 0,19723648 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Кол-во рисок |  |  |  |  |
| 1 | 0,021976189 | -0,00186156 | 0,077 | 0,005929 |
| 2 | 0,025032007 | 0,023866495 | 0,102 | 0,010404 |
| 3 | 0,033636426 | 0,010513204 | 0,127 | 0,016129 |
| 4 | 0,048900683 | 0,002609799 | 0,152 | 0,023104 |
| 5 | 0,065039141 | 0,015179588 | 0,177 | 0,031329 |
| 6 | 0,082809931 | 0,001384687 | 0,202 | 0,040804 |

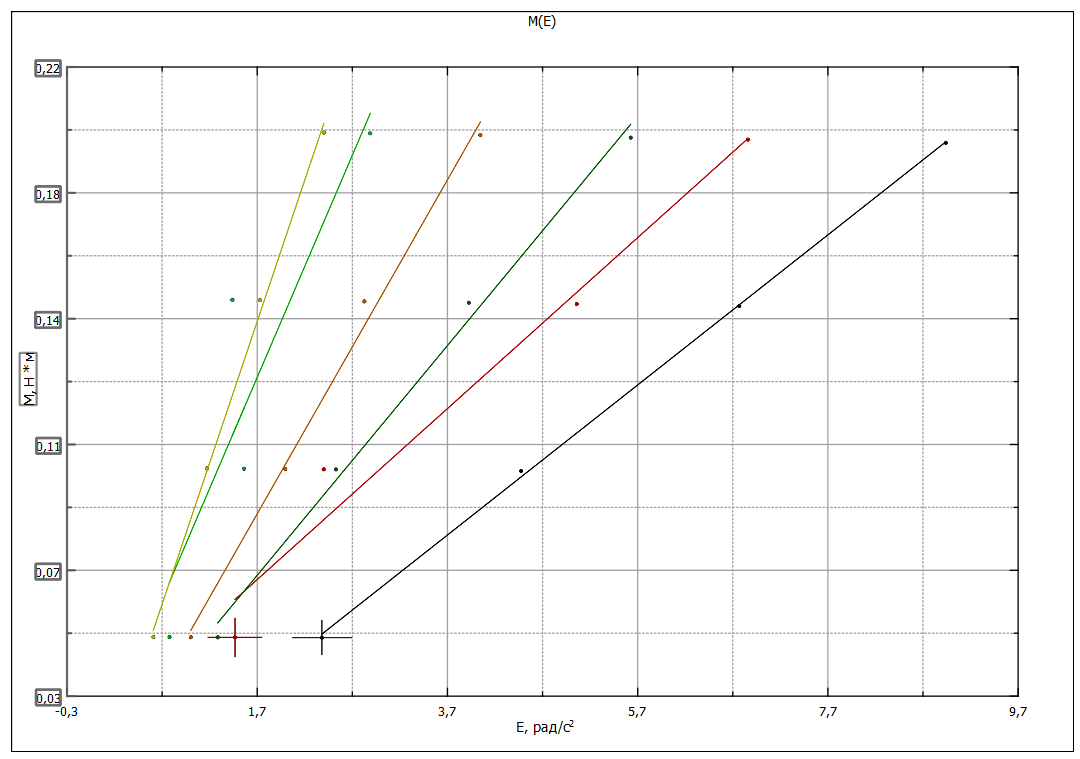
10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

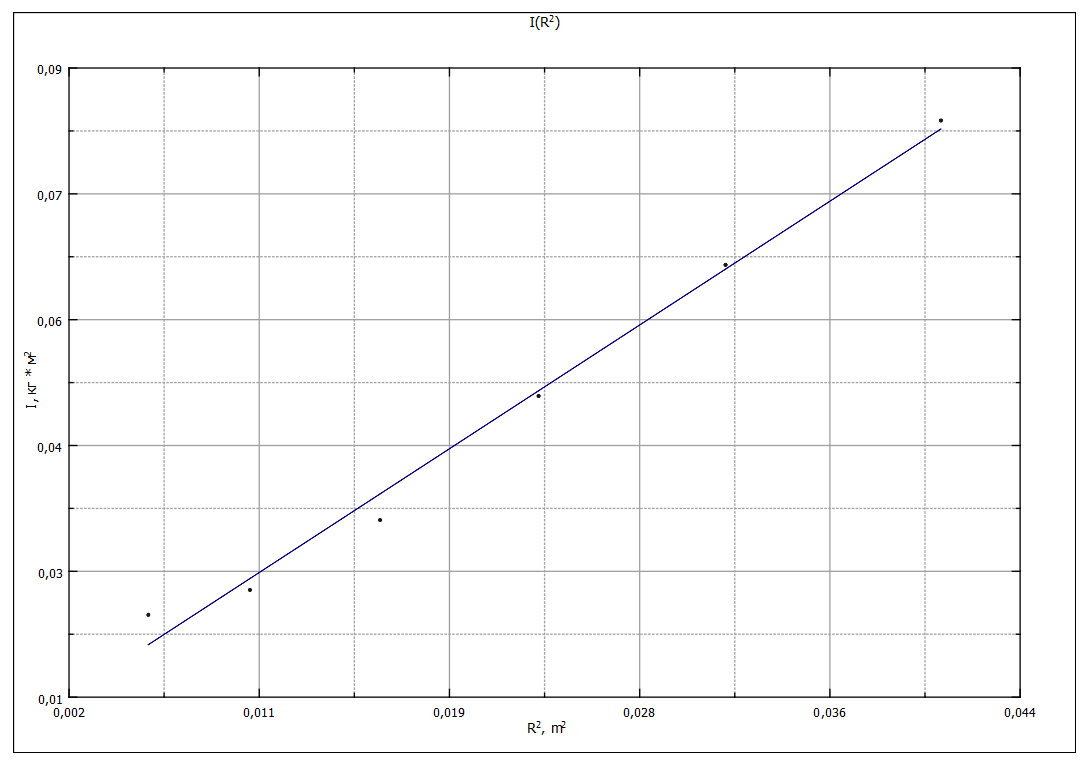
Погрешность времени посчитана через

Для значений a, ε и M погрешности были получены при помощи их нахождения через частные производные:

Погрешность рассчитана по МНК.

11. Графики.





12. Окончательные результаты.

Следующие четыре погрешности представлены для первого положения утяжелителей.

13. Выводы.

В ходе выполнения работы мы убедились в линейности зависимости между моментом силы натяжения нити и угловым ускорением крестовины и зависимости момента инерции крестовины от расстояния между центрами грузов и осью вращения – эти доводы подтверждают построенные графики данных зависимостей. Что касается погрешностей, некоторые из них являются достаточно великими – это объясняется человеческим фактором (конкретно в данном случае, во время проведения измерений мне было плохо и я не очень точно замерял измерения секундомером), а также некоторыми проблемами с измерительной установкой (при падении грузы иногда подклинивало).