

Оглавление	
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	5
Методические рекомендации по применению цифрового микроскопа QX5.....	8
Часть 1	
7 класс	11
Лабораторная работа №1 «Измерение расстояния» (Инструкция для учителя)	11
Лабораторная работа №1 «Измерение расстояния» (Инструкция для ученика).....	14
Лабораторная работа № 2 «Исследование равномерного и прямолинейного движения тела. Построение графика пути от времени. Измерение скорости движения тела (при движении по горизонтальной поверхности)» (Инструкция для учителя)	16
Лабораторная работа № 2 «Исследование равномерного и прямолинейного движения тела. Построение графика пути от времени. Измерение скорости движения тела (при движении по горизонтальной поверхности)» (Инструкция для ученика)	21
Лабораторная работа №3 «Нахождение скорости при равномерном движении» (тела по горизонтальной поверхности трибометра)» (Инструкция для учителя).....	24
Лабораторная работа №3 «Нахождение скорости при равномерном движении» (тела по горизонтальной поверхности трибометра)» (Инструкция для ученика)	27
Лабораторная работа № 4 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по горизонтальной поверхности (трибометра)» (Инструкция для учителя)	29
Лабораторная работа № 4 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по горизонтальной поверхности (трибометра)» (Инструкция для ученика)	33
Лабораторная работа № 5 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела по наклонной плоскости. Построение графика пути от времени» (Инструкция для учителя)	35
Лабораторная работа № 5 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела по наклонной плоскости. Построение графика пути от времени» (Инструкция для ученика)	39
Лабораторная работа № 6 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по вертикали. Ускорение свободного падения» (Инструкция для учителя)	41
Лабораторная работа № 6 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по вертикали. Ускорение свободного падения» (Инструкция для ученика)	45
Лабораторная работа №7 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по вертикали. Ускорение свободного падения» (Инструкция для учителя)	47
Лабораторная работа №7 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по вертикали. Ускорение свободного падения» (Инструкция для ученика)	51
Лабораторная работа №8 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния ЦЛ. Построение графика пути от времени. Измерение	

периода механических колебаний при движении тела в вертикальной плоскости» (Инструкция для учителя).....	53
Лабораторная работа №8 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния ЦЛ. Построение графика пути от времени. Измерение периода механических колебаний при движении тела в вертикальной плоскости» (Инструкция для ученика)	57
Лабораторная работа № 9 «Исследование зависимости силы тяжести от массы тела» (Инструкция для учителя).....	59
Лабораторная работа № 9 «Исследование зависимости силы тяжести от массы тела» (Инструкция для ученика)	64
Лабораторная работа № 10 «Нахождение силы, выталкивающей (Архимеда), действующей на погруженное в жидкость тело. Исследование зависимости силы Архимеда от плотности жидкости и объема тела» (Инструкция для учителя)	67
Лабораторная работа № 10 «Нахождение силы, выталкивающей (Архимеда), действующей на погруженное в жидкость тело. Исследование зависимости силы Архимеда от плотности жидкости и объема тела» (Инструкция для ученика)	71
Лабораторная работа №11 «Измерение силы трения и определение коэффициента трения. Исследование зависимости силы трения от: рода взаимодействующих поверхностей; площади взаимодействующих поверхностей; силы давления» (Инструкция для учителя) ..	74
Лабораторная работа №11 «Измерение силы трения и определение коэффициента трения. Исследование зависимости силы трения от: рода взаимодействующих поверхностей; площади взаимодействующих поверхностей; силы давления» (Инструкция для ученика)..	80
Лабораторная работа №12 «Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости» (Инструкция для учителя).....	84
Лабораторная работа №12 «Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости» (Инструкция для ученика)	87
Лабораторная работа № 13 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине с помощью датчика силы ЦЛ. Построение графика пути от времени. Измерение периода механических колебаний при движении тела в вертикальной плоскости» (Инструкция для учителя)	89
Лабораторная работа № 13 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине с помощью датчика силы ЦЛ. Построение графика пути от времени. Измерение периода механических колебаний при движении тела в вертикальной плоскости» (Инструкция для ученика)	93
Лабораторная работа 14 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния и датчика силы ЦЛ. Построение графиков смещения и силы от времени» (Инструкция для учителя).....	95
Лабораторная работа 14 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния и датчика силы ЦЛ. Построение графиков смещения и силы от времени.» (Инструкция для учителя)	98
Приложение 1. Лабораторная работа № 15 «Измерение размеров малых тел».....	101
Часть 2 8 класс	103
Лабораторные работы по теме «Тепловые явления»	103

Лабораторная работа № 1 «Исследование зависимости температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времени нагревания)» (Инструкция для учителя)	103
Лабораторная работа № 1 «Исследование зависимости температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времени нагревания)» (Инструкция для ученика)	107
Лабораторная работа №2 «Исследование зависимости температуры тела от времени охлаждения (от количества теплоты, переданного охладителю)» (Инструкция для учителя)	110
Лабораторная работа №2 «Исследование зависимости температуры тела от времени охлаждения (от количества теплоты, переданного охладителю)» (Инструкция для ученика)	114
Лабораторная работа № 3 «Сравнение количества теплоты при смешивании воды разной температуры» (Инструкция для учителя)	117
Лабораторная работа № 3 «Сравнение количества теплоты при смешивании воды разной температуры» (Инструкция для ученика)	121
Лабораторная работа № 4 «Измерение удельной теплоемкости твердого тела» (Инструкция для учителя).....	123
Лабораторная работа № 4 «Измерение удельной теплоемкости твердого тела» (Инструкция для ученика)	127
Лабораторная работа № 5 «Наблюдение за нагреванием и плавлением, экспериментальное определение температуры плавления льда» (Инструкция для учителя)	129
Лабораторная работа № 5 «Наблюдение за нагреванием и плавлением, экспериментальное определение температуры плавления льда» (Инструкция для ученика)	132
Лабораторная работа №6 «Исследование зависимости температуры кипения от примесей и рода жидкости» (Инструкция для учителя)	134
Лабораторная работа №6 «Исследование зависимости температуры кипения от примесей и рода жидкости» (Инструкция для ученика)	139
Лабораторные работы по теме «Электрические явления»	142
Лабораторная работа № 7 «Измерение силы тока в электрической цепи» (Инструкция для учителя)	142
Лабораторная работа № 7 «Измерение силы тока в электрической цепи» (Инструкция для ученика)	145
Лабораторная работа №8 «Измерение напряжения на различных участках электрической цепи» (Инструкция для учителя)	148
Лабораторная работа №8 «Измерение напряжения на различных участках электрической цепи» (Инструкция для ученика)	151
Лабораторная работа №9 «Регулирование силы тока реостатом» (Инструкция для учителя)	153
Лабораторная работа №9 «Регулирование силы тока реостатом» (Инструкция для ученика)	156
Лабораторная работа № 10 «Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра» (Инструкция для учителя)	158
Лабораторная работа № 10 «Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра» (Инструкция для ученика).....	162

Лабораторная работа № 11 «Коэффициент полезного действия электрического двигателя» (Инструкция для учителя).....	164
Лабораторная работа № 11 «Коэффициент полезного действия электрического двигателя» (Инструкция для ученика)	168

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Компьютеры и информационные технологии стали использоваться практически во всех сферах деятельности человека. Цифровая лаборатория (ЦЛ) «Архимед» - новое поколение школьных естественнонаучных лабораторий, предназначенных для проведения демонстрационных опытов, лабораторных и практических работ, организации учебных исследований.

Использование ЦЛ «Архимед» способствует приобретению школьниками умений, связанных с применением современных информационных технологий для освоения методологии научного исследования, современных способов математической обработки результатов физического эксперимента.

ЦЛ "Архимед" позволяет выполнить широкий спектр физических демонстраций и лабораторных работ из всех разделов школьного курса физики. По сравнению с традиционными лабораториями, цифровые лаборатории позволяют существенно сократить время на организацию и проведение работ, повышают точность и увеличивают наглядность экспериментов, предоставляют практически неограниченные возможности по обработке и анализу полученных данных.

Однако освоение и широкое использование ЦЛ на уроках физики при базовом уровне изучения учебного предмета (2-3 часа в неделю) затруднено из-за жесткой регламентации времени, отводимого на изучение физических понятий и законов. Одним из возможных выходов из данной ситуации является реализация программ дополнительного образования за сеткой основных часов школьного учебного плана.

Данное методическое пособие – это практическая реализация (40%) части программы «ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ» (с помощью цифровой лаборатории «Архимед» ИНТ) для учащихся 7 - 11 классов. Разработана А.Е.Зотовым и согласованна с ДППО ЦПКС Василеостровского района, допущена РЭС Санкт – Петербурга.

Данная методическая разработка представляет собой:

- 1) описание лабораторных работ по физике в 7 – 8 классах для учителя;
- 2) алгоритм выполнения лабораторных работ по физике в 7 – 8 классах для ученика.

В пособии представлены описания лабораторных работ:

7 класс по темам:

«Механическое движение, основные характеристики», «Взаимодействие тел», «Гидростатика», «Механическая работа и мощность» и «Методические рекомендации по применению цифрового микроскопа QX5».

8 класс по темам: «Тепловые явления», «Изменения агрегатных состояний вещества», «Электрические явления».

Представленные описания лабораторных работ позволяют пройти начальный этап знакомства с функциями цифровой лаборатории, выполнению простых наблюдений и измерений при проведении натурального эксперимента, которые могут потребоваться учащимся для дальнейших исследований в физике и других естественных науках.

Цели лабораторных работ:

- провести измерение физических величин, исследовать взаимосвязь и выявить их закономерности;
- научиться применять цифровую лабораторию “Архимед” (ЦЛ) на уроках естественнонаучного цикла для проведения учебно-экспериментальных и лабораторных работ.

Работы проводятся поэтапно, по степени возрастания сложности проведения физического эксперимента и овладения ЦЛ.

В 7 классе от простого измерения расстояния датчиком расстояния или измерения силы тяжести датчиком силы до исследования силы трения, колебательного движения, КПД наклонной плоскости.

В 8 классе от измерения температуры или силы тока и напряжения до исследования зависимости температуры плавления (кипения) от рода вещества или исследования зависимости сопротивления от напряжения и силы тока или нахождение КПД электрического двигателя.

Описания лабораторных работ поддерживаются видеofilmами, снятыми в классе на школьном оборудовании.

Необходимое ресурсное обеспечение при применении:

Цифровая лаборатория “Архимед”, оборудование кабинета физики, компьютер, фотоаппарат.

Описание эффектов, достигаемых при использовании, позволяет:

- сформировать у обучающихся представление о физической картине мира;
- приобрести опыт научного исследования с использованием современных технологий проведения физического эксперимента;
- расширить знания учащихся в области физики, информатики и информационных технологий;
- научить применять современные информационные технологии для обработки результатов физического эксперимента, использовать полученные знания в повседневной жизни.

Инновационный продукт повторяем и тиражируем.

Возможные сложности при использовании инновационного продукта и пути их преодоления:

- недостаточная математическая грамотность учащихся 7 класса, что исправляется соответствующими объяснениями учителя;
- недостаточное владение учителем приемами проведения физического эксперимента, это приобретает с опытом работы;
- недостаточное владение цифровой лабораторией “Архимед”, что корректируется изучением описания и контактами с работающими коллегами.

Выражаю большую благодарность:

- за помощь в достижении цели – А.В. Шапошникову, директору ГБОУ СОШ № 6 Василеостровского района;
- за поддержку – Г.Н. Степановой, доктору педагогических наук, профессору кафедры физико-математического образования Санкт-Петербургской Академии постдипломного педагогического образования, В.Е. Фрадкуну и Т. Г. Яковлевой.

Список дополнительной методической литературы для учителя:

1. *Цифровая лаборатория “Архимед”. Версия 3.0. Методические материалы.*

М.:ИИТ.2007

2. *Методика применения цифровой лаборатории "Архимед" в преподавании физики в школе. И.Я.Филиппова под редакцией И.Ю.Лебедевой. С-Пб.: СПбАППО, 2007*
3. www.int-edu.ru

Программа и рецензии на программу и методические разработки представлены в приложениях.

Методические рекомендации по применению цифрового микроскопа QX5

Цифровой микроскоп QX5 – приспособленный для работы в школьных условиях оптический микроскоп снабженный преобразователем оптической информации в цифровую.

Микроскоп позволяет:

- передавать в компьютер в реальном времени изображения микрообъекта и микропроцесса;
- просматривать изображения на экране монитора компьютера при работе в группе и проецировать исследуемое на большой экран через мультимедийный проектор для целого класса;
- делать видеозаписи;
- снимать микроскоп с основания и получать увеличенное изображение какого-либо объекта, который нельзя разместить на предметном столике;
- сохранять изображение, в том числе в форме цифровой видеозаписи;
- проводить распечатки;
- создавать мультимедийные презентации со специальными эффектами и музыкальным сопровождением;
- составлять коллекции различных изображений и видеосюжетов.
- супер-яркий диод для освещения исследуемого объекта, 15 кадров в секунду, разрешение-640x480, программное обеспечение для работы с Windows 98, Me, 2000, карманного компьютера, XP. К сожалению, новый USB-микроскоп QX-5 по умолчанию совместим только с операционными системами семейства Windows, так что приверженцам платформы компании Apple придется дополнительно покупать ПО, с помощью которого становится возможным использование новинки с ОС MacOS X 10.2 и более новыми версиями.



В микроскопе установлены линзы позволяющие получать приблизительно 10х-, 60х-, 200х-кратное увеличение. При работе можно с помощью горизонтальной и вертикальной линеек оценить размеры отображаемых на экране объектов.

При 10-кратном увеличении линейки проградуированы в см (цена деления 0,1см).

При 60-кратном увеличении – в мм (цена деления 0,1мм).

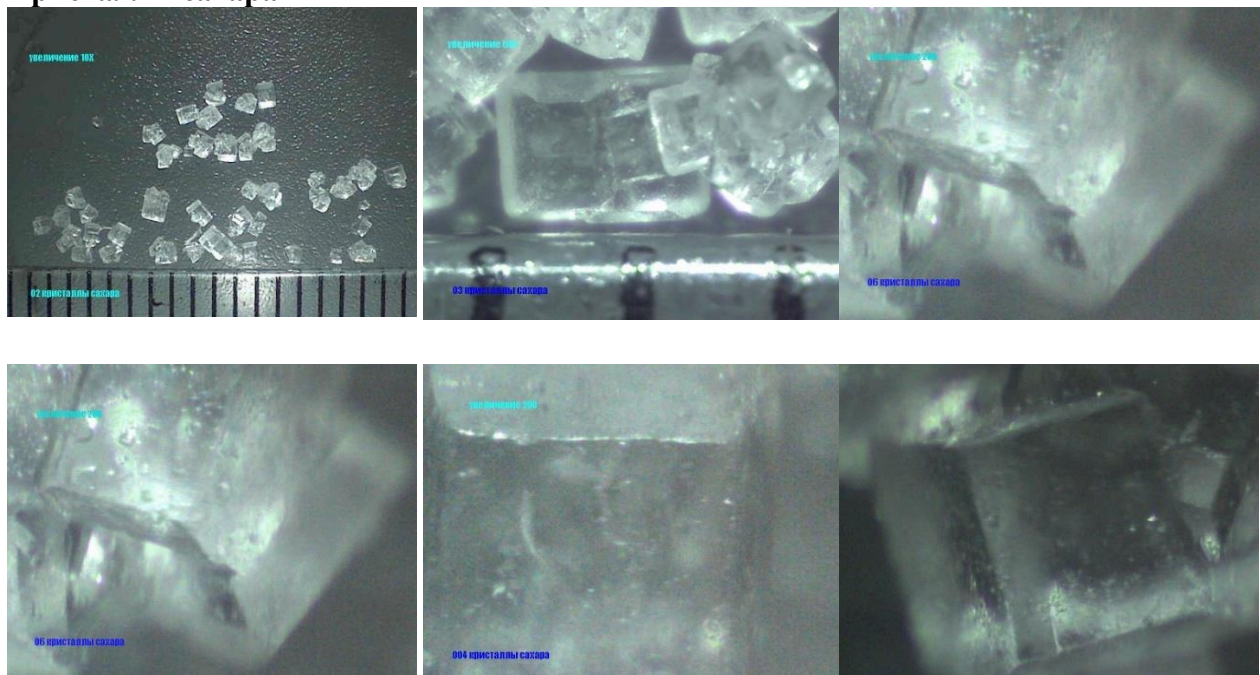
При 200- кратном увеличении – в мкм (цена деления 100 мкм).

В зависимости от увеличения удастся рассмотреть объект размером:

- при малом (10х-) – с чертежную кнопку;
- при среднем (60х-) – с булавочную головку;
- при большом (200х-) – с кончик карандаша.

Представленные фотографии позволяют более наглядно продемонстрировать возможности микроскопа.

Кристаллы сахара



Кристаллы поваренной соли



При фотографировании использовались:

1. – сахарный песок и линейка;
2. – поваренная соль крупного помола и линейка.

Фотографии сахара и поваренной соли позволяют помимо лабораторной работы проводимой в 7 или 10 классе, демонстрировать такие свойства кристаллов как постоянство углов, симметрия граней, моно и поли кристаллы и могут использоваться как в 8 так и в 10 классе при прохождении темы

Твердые тела. Кристаллы. Пшено.



При фотографировании использовались: – пшено и прозрачная для света линейка.

Наличие прозрачной для света линейки позволяет сфотографировать объект в сравнении с миллиметровыми делениями шкалы, что делает фотографии наглядными с точки зрения оценки его размеров. Фотографии пшеницы при 10х- кратном увеличении позволяют более точно провести лабораторную работу “измерение размеров малых тел” (приложение 1) или провести эту работу фронтально при наличии на класс одного микроскопа.

К сожалению пока не удалось сделать видеозапись броуновского движения, но QX5 еще предоставит нам такую возможность.

Резюме: цифровой микроскоп QX5 – сравнительно недорогой (9900руб), удобный и простой в использовании школьный микроскоп, позволяющий быстро, наглядно проводить экспериментальные демонстрационные и лабораторные работы по физике и биологии, позволяющий учителю снимать вопрос, что же в действительности видят его ученики, когда смотрят в микроскоп.

Лабораторная работа №1 «Измерение расстояния» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Показать учащимся различные способы измерения расстояния - классические с помощью метровой линейки, рулетки и используя новые технологии, основанные на применении ИК лучей и УЗ лучей
- научить измерять длину с помощью ИК дальномера и УЗ датчика расстояния ЦЛ Архимед.

Оборудование и материалы:

Линейка с пределом измерения 1м и ценой деления 1см, 5-10 метровая рулетка с ценой деления 1мм, ИК дальномер, штатив, датчик расстояния, Nova5000, прямоугольный картонный экран формата А4;

Ход работы:

измерьте расстояние до экрана с помощью:

- линейки с пределом измерения 1м и ценой деления 1см;
- 3 -10 метровая рулетка с ценой деления 1мм,
- ИК дальномера (смотри описание прибора по паспорту);
- датчика расстояния, Nova5000.

Монтаж экспериментальной установки

для измерения расстояния с помощью ЦЛ Архимед:

1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



2. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Поставьте прямоугольный картонный экран, на место до которого надо измерить расстояние от датчика (но не ближе 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика)).
5. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
6. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

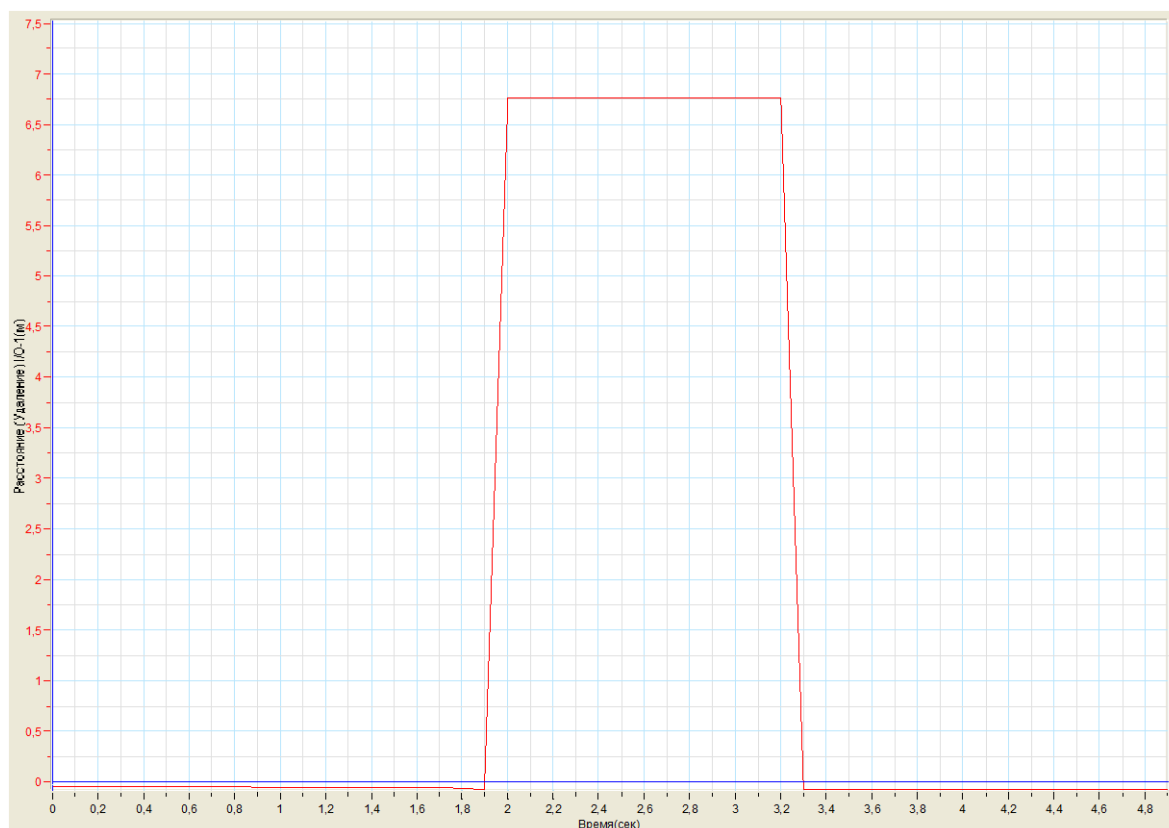
Частота → вручную

Число замеров → 1

Порядок проведения эксперимента

1. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
2. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**.
3. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис.2



4. Подведите 1-й курсор к соответствующей точке на графике. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора появляющиеся на

информационной панели в нижней части окна графиков, смотри рис.3), запишите в таблицу 1.

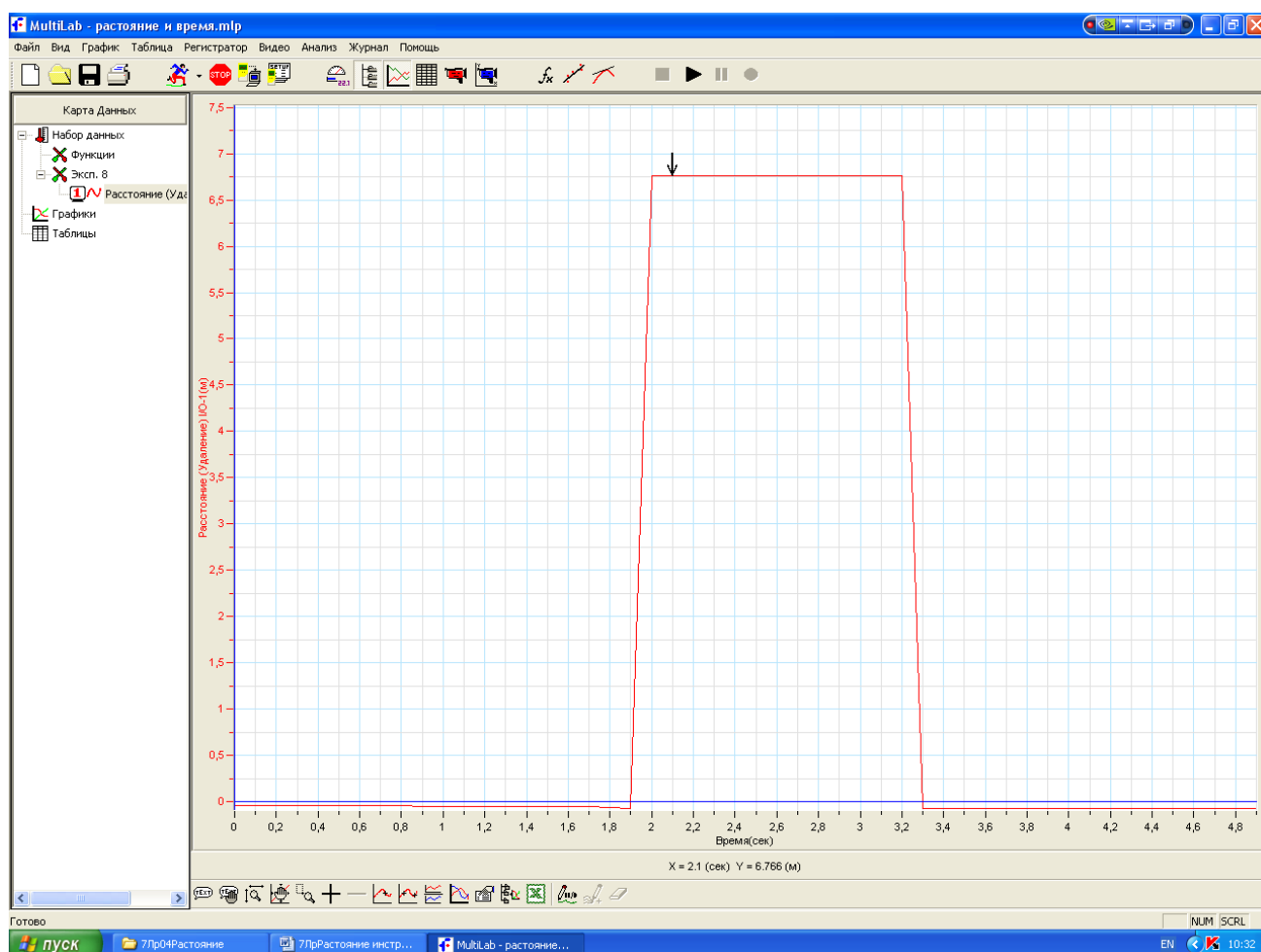


Рис.3

табл.1

способ измерения	линейка	рулетка	дальномер	датчик ЦЛ
расстояние (м)				

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающие количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №1 «Измерение расстояния» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- научить измерять длину с помощью ИК дальномера и УЗ датчика расстояния ЦЛ Архимед.

Оборудование и материалы:

Линейка с пределом измерения 1м и ценой деления 1см, 5-10 метровая рулетка с ценой деления 1мм, ИК дальномер, штатив, датчик расстояния, Nova5000, прямоугольный картонный экран формата А4;

Ход работы:

измерьте расстояние до экрана с помощью:

- линейки с пределом измерения 1м и ценой деления 1см;
- 3 -10 метровая рулетка с ценой деления 1мм;
- ИК дальномера (смотри описание прибора по паспорту);
- датчика расстояния, Nova5000.

Монтаж экспериментальной установки

для измерения расстояния с помощью ЦЛ Архимед:

1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



2. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.

4. Поставьте прямоугольный картонный экран, на место до которого надо измерить расстояние от датчика (но не ближе 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика)).
5. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
6. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → вручную

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

1. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
2. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**.
3. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.
4. Подведите 1-й курсор к соответствующей точке на графике. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора появляющиеся на информационной панели в нижней части окна графиков), запишите в таблицу 1.

табл.1

способ измерения	линейка	рулетка	дальномер	датчик ЦЛ
расстояние (м)				

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными (*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающие количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 2 «Исследование равномерного и прямолинейного движения тела. Построение графика пути от времени. Измерение скорости движения тела (при движении по горизонтальной поверхности)» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать равномерное и прямолинейное движения тела с помощью ЦЛ;
- применить разные способы счета времени;
- построение графика пути от времени в ручную и средствами программы MultiLab;
- научиться настраивать регистратор Nova5000 для снятия данных в ручную и средствами регистратора, снимать полученные на экране данные с помощью курсора.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, учащийся из класса, метроном

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



2. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. поставьте учащегося на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).
5. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
6. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений

для построения графика вручную

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → вручную

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

- в качестве измерителя промежутка времени используется метроном
7. Установите на метрономе частоту ударов = и запустите его.
 8. Попросите учащегося начать двигаться прямолинейно и по возможности равномерно.
 9. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
 10. С каждым ударом метронома нажимайте на кнопку **Старт**.
 11. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**.
 12. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).



13. Поочередно подведите 1-й курсор к точкам на графике соответствующим номерам измерений. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора появляющиеся на информационной панели нижней части окна графиков, смотри рис.3), запишите в таблицу 1.

Рис.3

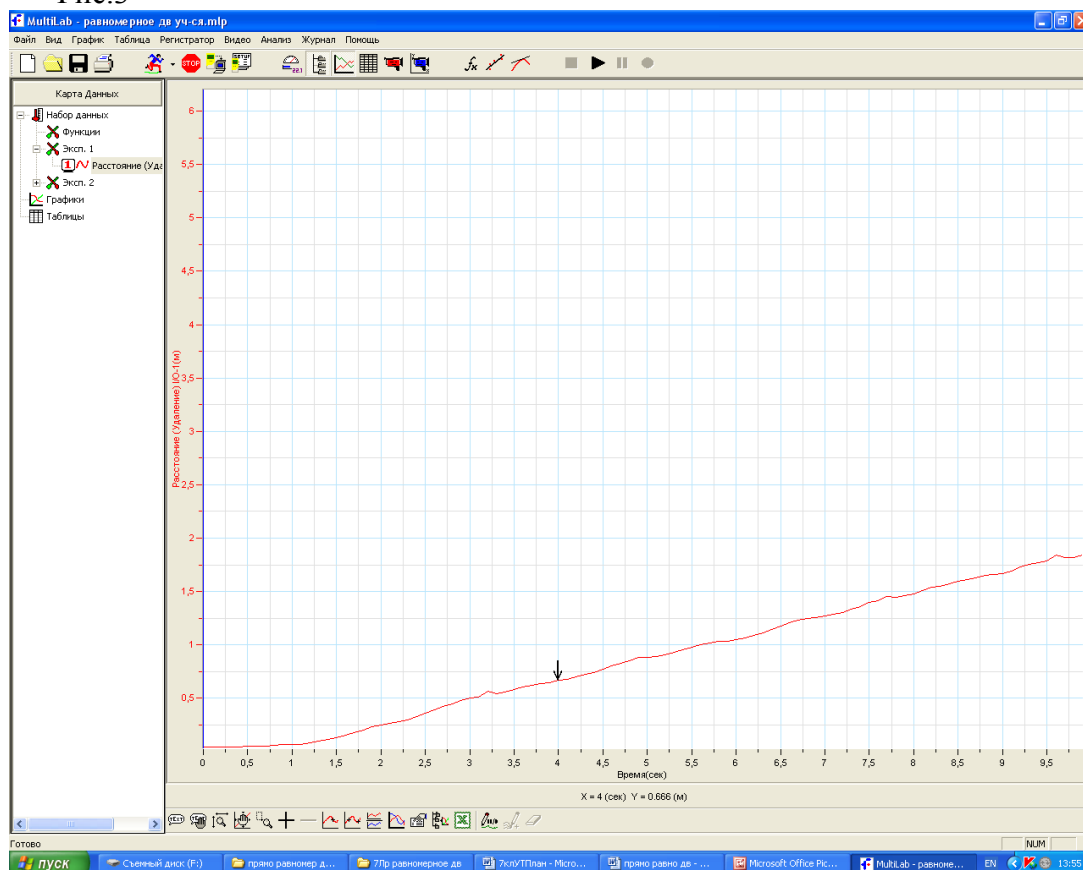


табл.1

номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
расстояние (м)										

14. На миллиметровой бумаге или бумаге в клеточку нанесите оси координат: по горизонтали – количество ударов, по вертикали – расстояние, обозначьте единицы измерения.
15. Выберите масштабы – так, чтобы можно было: нанести все экспериментальные точки, рационально использовать площадь листа, у каждого сантиметрового деления стояли цифры.
16. На подготовленное поле нанесите все полученные экспериментальные данные;
17. С помощью линейки проведите линию так, чтобы она прошла через экспериментальные точки или чтобы по обе стороны линии оказалось примерно одинаковое число точек.
18. Рассмотрите и проанализируйте полученный на график.

в качестве измерителя промежутка времени используется проговариваемое вслух число 22 (соответствует 1секунде)

Повторите предыдущие действия с 2 – по 12, заменяя удар метронома, являющимся одним из способов отсчета времени, другим способом – произношением вслух числа 22.

Рассмотрите и проанализируйте полученные на графики.

Настройка параметров измерений

для построения графика средствами регистратора Nova5000

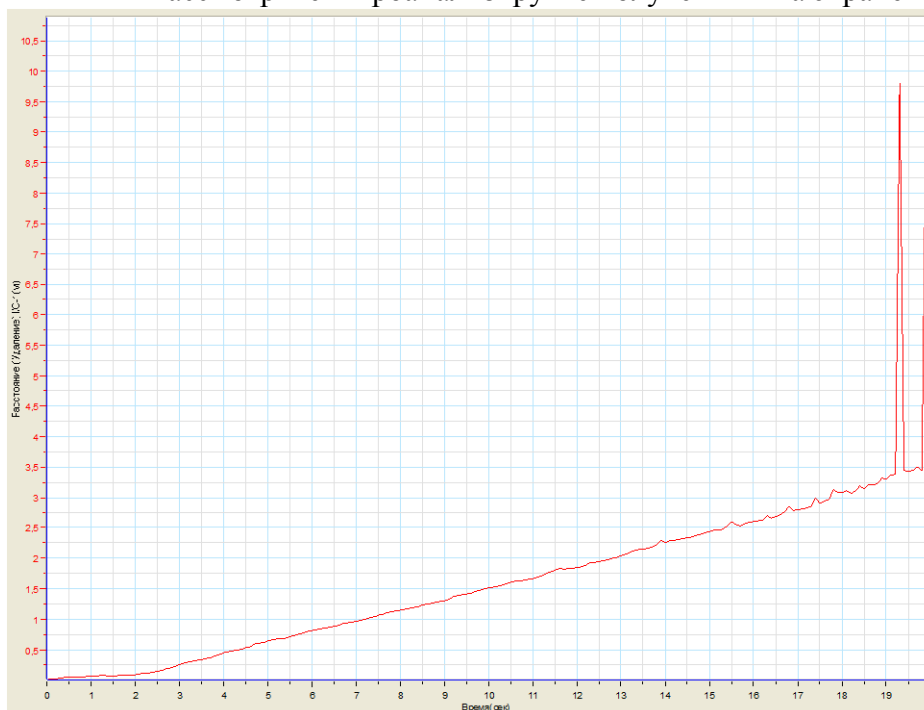
Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 200; Время регистрации данных $200/10=20$ с.

Порядок проведения эксперимента

- Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
- Попросите учащегося начать двигаться прямолинейно и по возможности равномерно.
- Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратиться автоматически по истечении 50с.
- Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).



Нахождение скорости движения тела

Пользуясь формулой $\Delta S/\Delta t = V$ определите скорость движения учащегося в имеющихся трех случаях. Полученные данные, запишите в таблицу 3.

табл. 3.

способ измерения времени	задается метрономом	задается произношением числа 22	задается средствами регистратора
скорость			

Отчет по лабораторной работе в электронном виде
должен содержать.

файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
таблицы с данными, показывающие количественные результаты измерений;
графики исследуемого процесса;
анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 2 «Исследование равномерного и прямолинейного движения тела. Построение графика пути от времени. Измерение скорости движения тела (при движении по горизонтальной поверхности)» (Инструкция для ученика)

Цель работы: - построение графика пути от времени;
- измерение скорости движения тела

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, учащийся из класса, метроном

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



2. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000
4. поставьте учащегося на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).
5. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
6. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений для построения графика вручную

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → ручную

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

- в качестве измерителя промежутка времени используется метроном
7. Установите на метрономе частоту ударов = и запустите его;
 8. Попросите учащегося начать двигаться прямолинейно и по возможности равномерно;
 9. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка);
 10. С каждым ударом метронома нажимайте на кнопку **Старт**;
 11. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**
 12. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.
 13. Поочередно подведите 1-й курсор к точкам на графике соответствующим номерам измерений. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора появляющиеся на информационной панели в нижней части окна графиков), запишите в таблицу 1.

табл.1

номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
расстояние (м)										

14. На миллиметровой бумаге или бумаге в клеточку нанесите оси координат:
15. по горизонтали – количество ударов, по вертикали – расстояние, обозначьте единицы измерения;
16. Выберите масштабы – так, чтобы можно было: нанести все экспериментальные точки, рационально использовать площадь листа, у каждого сантиметрового деления стояли цифры;
17. На подготовленное поле нанесите все полученные экспериментальные данные;
18. С помощью линейки проведите линию так, чтобы она прошла через экспериментальные точки или чтобы по обе стороны линии оказалось примерно одинаковое число точек;
19. Рассмотрите и проанализируйте полученный на график.

- в качестве измерителя промежутка времени используется проговариваемое вслух число 22 (соответствует 1 секунде)
- Повторите предыдущие действия с 2 – по 12, заменяя удар метронома, являющимся одним из способов отсчета времени, другим способом – произношением вслух числа 22.
- Рассмотрите и проанализируйте полученные на графики.

Настройка параметров измерений

для построения графика средствами регистратора Nova5000

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 200; Время регистрации данных $200/10=20$ с.

Порядок проведения эксперимента

1. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка);
2. Попросите учащегося начать двигаться прямолинейно и по возможности равномерно.
3. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 50с;
4. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Нахождение скорости движения тела

Пользуясь формулой $\Delta S / \Delta t = V$ определите среднюю скорость движения учащегося в имеющихся трех случаях. Полученные данные, запишите в таблицу 3.
табл. 3.

способ измерения времени	задается метрономом	задается произношением числа 22	задается средствами регистратора
скорость			

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающие количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №3 «Нахождение скорости при равномерном движении» (тела по горизонтальной поверхности трибометра)» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать равномерное и прямолинейное движение тела с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- научиться настраивать регистратор Nova5000 для снятия данных средствами регистратора, снимать полученные на экране данные с помощью 2-х курсоров и применять их для нахождения скорости тела.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, экран (картон) 10см * 10см, трибометр с неподвижным блоком на конце, веревка длиной равной высоте стола, на котором установлен трибометр, чашка для грузов, разновес от весов, набор грузов по 100г, кнопки или скотч.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



1. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
2. Установите брусок на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).
3. Положите трибометр на стол рядом со штативом.
4. Закрепите на бруске экран размером не меньше 10см^x10см.
5. Установите на брусок груз массой 100, 200 или 300г.
6. Закрепите на бруске веревку, другой ее конец перекиньте через неподвижный блок трибометра и соедините с чашкой для разновеса.
7. Положив на чашку разновес, добейтесь равномерного движения.
8. Закрепите брусок стопором, каким – либо предметом (учебник, пенал и т.п.).
9. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.

10. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
11. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → **установить нуль** → **определить текущее показание как нулевое** → **ОК**.

Усреднение = 5

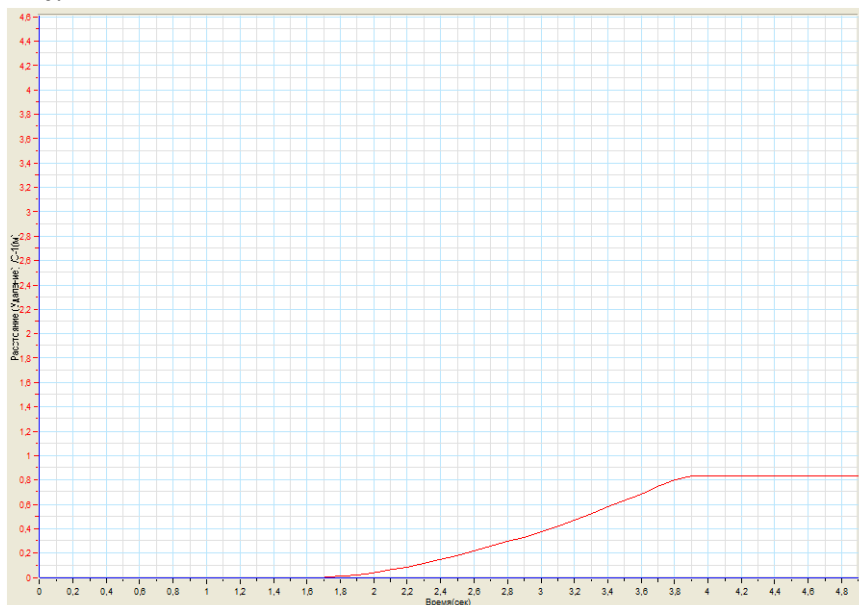
Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

12. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
13. Уберите стопор. Брусек начнет двигаться. Движение будет продолжаться, пока чашка с разновесом не достигнет поверхности пола.
14. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.
15. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис. 2



16. Выберите на графике наиболее прямой участок. Подведите 1-й курсор к точке на графике в начале прямого участка с соответствующим номером измерений. (Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения). Подведите 2-й курсор к точке на графике в конце прямого участка. Полученные данные (разницу координат курсоров, появляющихся на информационной панели нижней части окна графиков, смотри рис.3), запишите в таблицу 1.

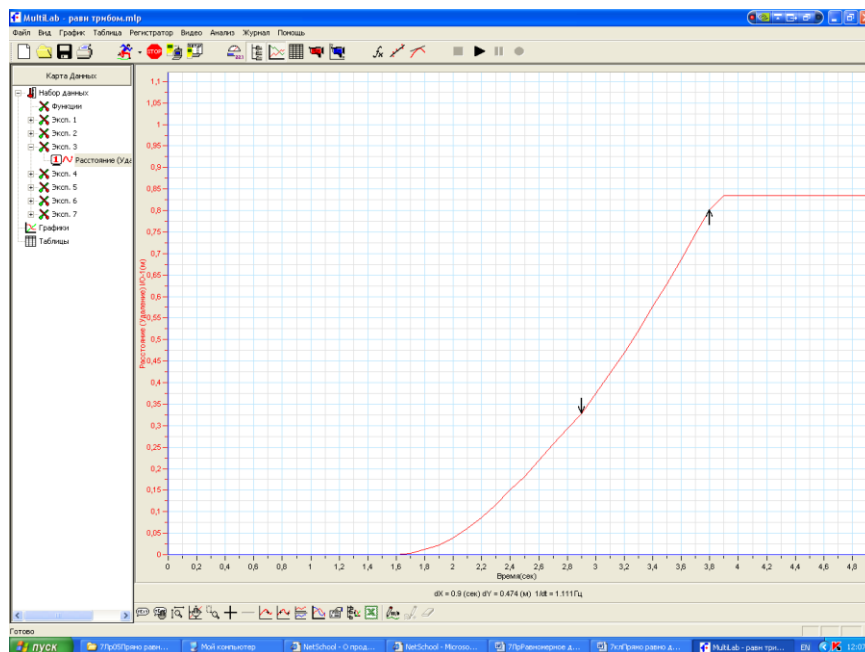


рис.3

Нахождение скорости движения тела

Пользуясь формулой $\Delta S / \Delta t = V$, определите скорость движения табл. 1.

расстояние (м)	промежуток времени (с)	скорость (м/с)	

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающие количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №3 «Нахождение скорости при равномерном движении» (тела по горизонтальной поверхности трибометра)» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- исследовать равномерное и прямолинейное движение тела с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- научиться настраивать регистратор Nova5000 для снятия данных средствами регистратора, снимать полученные на экране данные с помощью 2-х курсоров и применять их для нахождения скорости тела.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, экран (картон) 10см * 10см, трибометр с неподвижным блоком на конце, веревка длиной равной высоте стола на котором установлен трибометр, чашка для грузов, разновес от весов, набор грузов по 100г, кнопки или скотч.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



1. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
2. Установите брусок на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).
3. Положите трибометр на стол рядом со штативом.
4. Закрепите на бруске экран размером не меньше 10см^x10см.
5. Установите на брусок груз массой 100, 200 или 300г.
6. Закрепите на бруске веревку, другой ее конец перекиньте через неподвижный блок трибометра и соедините с чашкой для разновеса.
7. Положив на чашку разновес, добейтесь равномерного движения.
8. Закрепите брусок стопором, каким – либо предметом (учебник, пенал и т.п.).
9. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000

10. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
11. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Усреднение = 5

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

12. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
13. Уберите стопор. Брусок начнет двигаться. Движение будет продолжаться, пока чашка с разновесом не достигнет поверхности пола.
14. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.
15. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.
16. Выберите на графике наиболее прямой участок. Подведите 1-й курсор к точке на графике в начале прямого участка с соответствующим номером измерений. (Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике соответствующую номеру измерения). Подведите 2-й курсор к точке на графике в конце прямого участка. Полученные данные (разницу координат курсоров, появляющихся на информационной панели нижней части окна графиков), запишите в таблицу 1.

Нахождение скорости движения тела

Пользуясь формулой $\Delta S/\Delta t = V$, определите скорость движения табл. 1.

расстояние (м)	промежуток времени (с)	скорость (м/с)	

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающие количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 4 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по горизонтальной поверхности (трибометра)» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать равноускоренное и прямолинейное движение тела по горизонтальной плоскости трибометра с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- показать нелинейность (квадратичность) этой зависимости.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, экран (картон) 10см * 10см, трибометр с неподвижным блоком на конце, веревка длиной, равной высоте стола, на котором установлен трибометр, чашка для грузов, разновес от весов, набор грузов по 100г, кнопки или скотч.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



1. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
2. Установите брусок на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).
3. Положите трибометр на стол рядом со штативом.
4. Закрепите на бруске экран размером не меньше 10см * 10см.
5. Установите на брусок груз массой 100, 200 или 300г.
6. Закрепите на бруске веревку, другой ее конец перекиньте через неподвижный блок трибометра и соедините с чашкой для разновеса.
7. Положив на чашку разновес, добейтесь плавного набора скорости, т.е. ускоренного движения тела.
8. Закрепите брусок стопором, каким – либо предметом (учебник, пенал и т.п.).
9. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.

10. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
11. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → **ОК**.

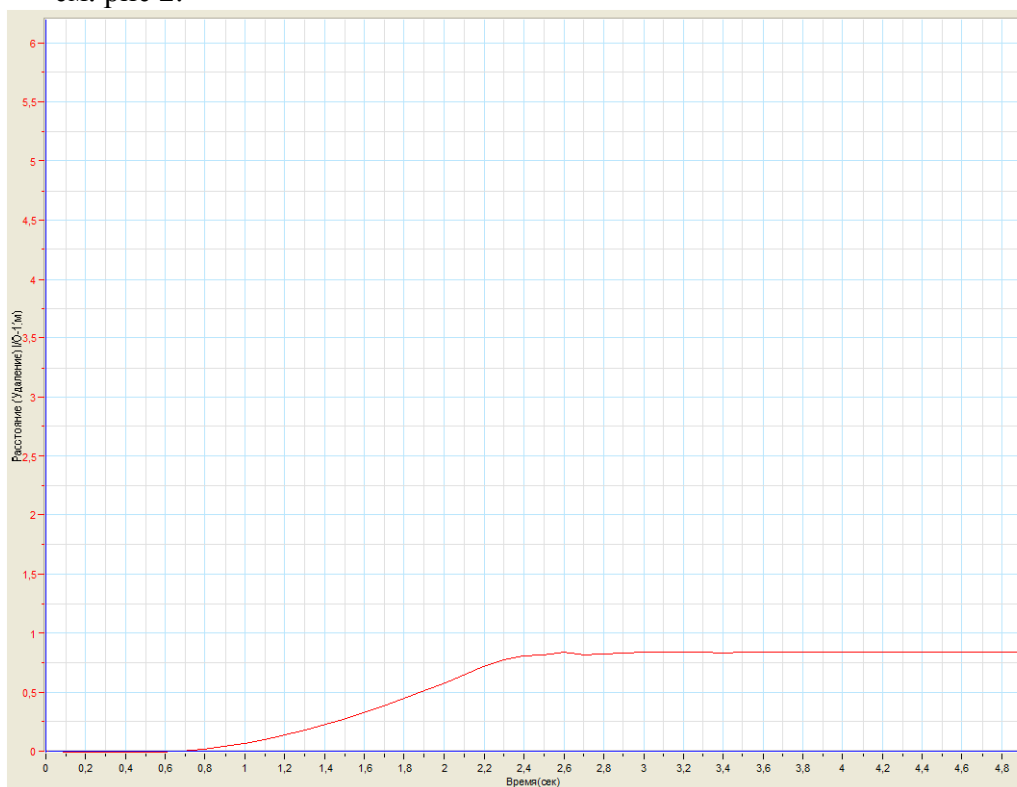
Усреднение = 5

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5$ с.

Порядок проведения эксперимента

12. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
13. Уберите стопор. Брусек начнет двигаться. Движение будет продолжаться, пока чашка с разновесом не достигнет поверхности пола.
14. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.
15. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).



Для лучшего рассмотрения графика и его исследования подведите курсор к оси X (времени) и оси Y (расстояние) и растяните их, изменив их масштаб. Рассмотрите полученный график (смотри рис.3). Из полученной картинке видно, что график зависимости пути от времени не линеен.

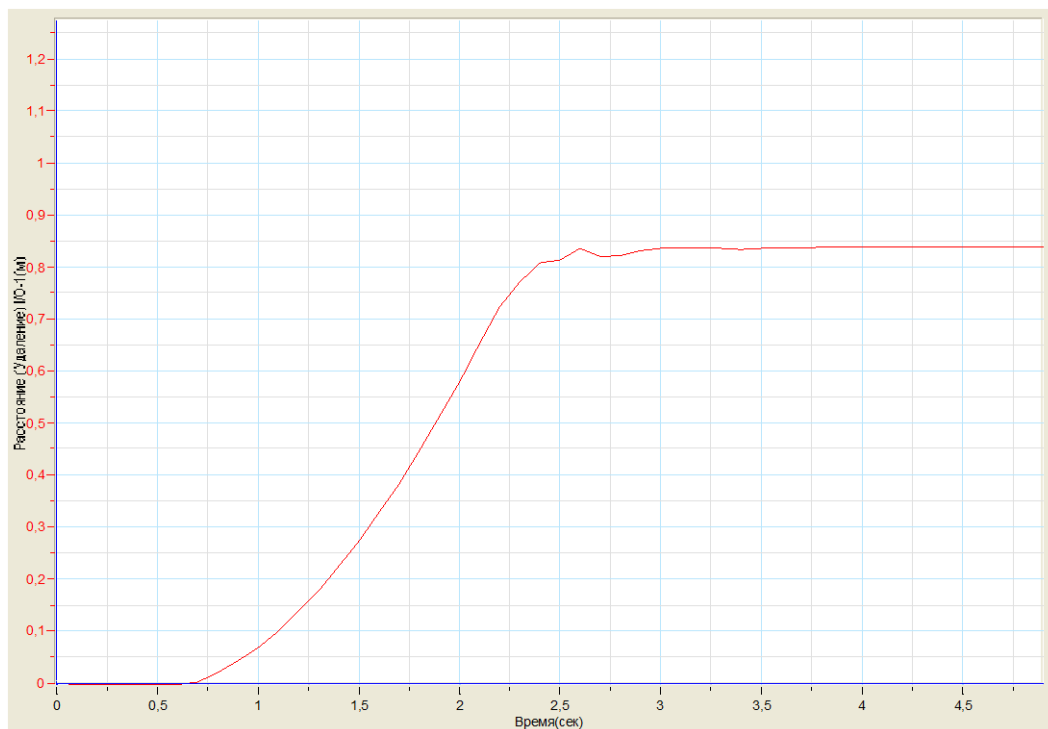
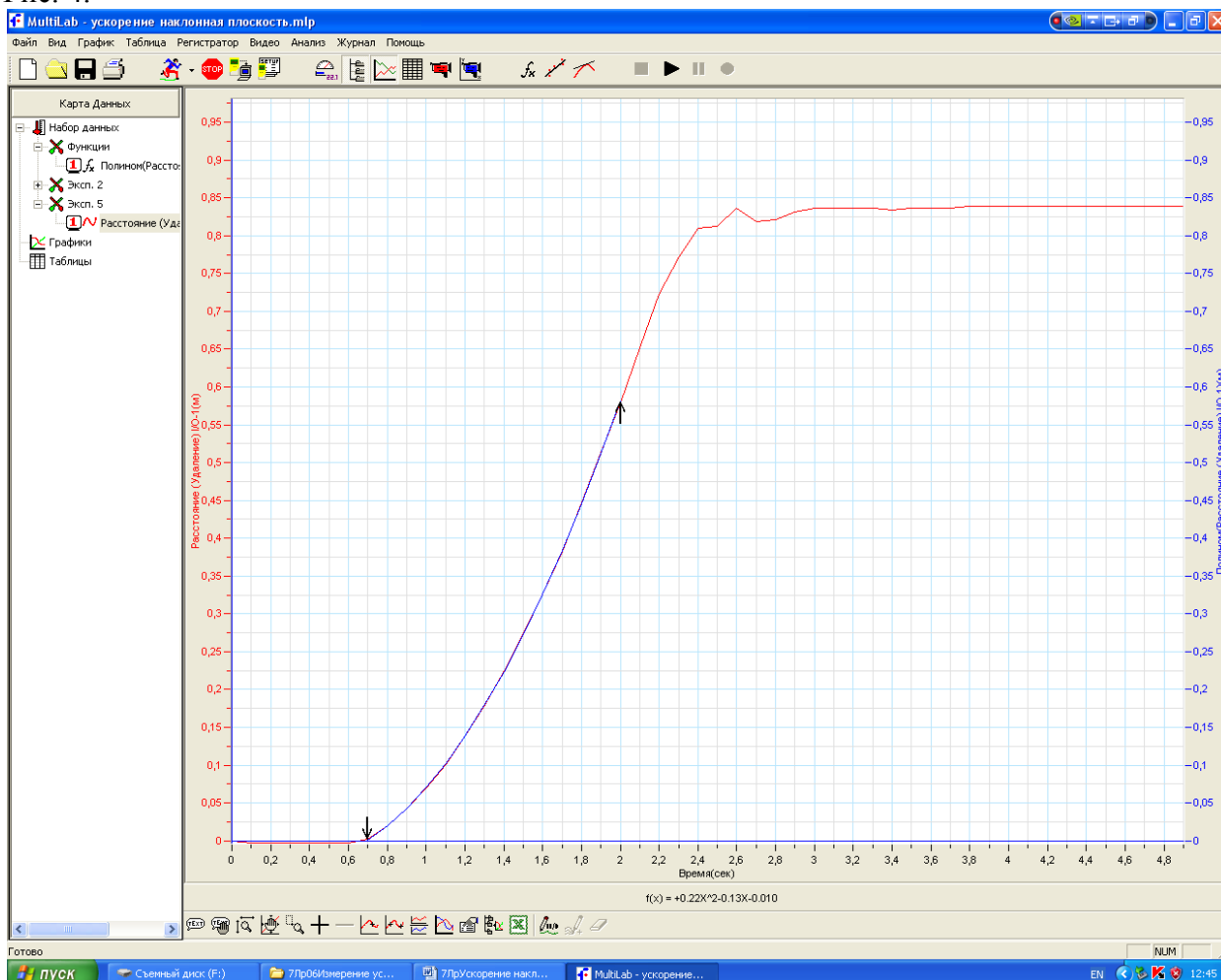


Рис.3.

16. ДОПОЛНИТЕЛЬНО. Выделяем двумя курсорами точки на графике начала и конца движения. Нажимаем на клавишу **анализ, мастер анализа, полином**. Из полученной картинке (смотри рис. 4) и зависимости пути от времени, написанной под графиком видно, что зависимость пути от времени не линейна и квадратична.

Рис. 4.



Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 4 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по горизонтальной поверхности (трибометра)» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- исследовать равноускоренное и прямолинейное движение тела по горизонтальной плоскости трибометра с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- показать нелинейность (квадратичность) этой зависимости.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, экран (картон) 10см * 10см, трибометр с неподвижным блоком на конце, веревка длиной, равной высоте стола, на котором установлен трибометр, чашка для грузов, разновес от весов, набор грузов по 100г, кнопки или скотч.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



1. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
2. Установите брусок на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).
3. Положите трибометр на стол рядом со штативом.
4. Закрепите на бруске экран размером не меньше 10см^х10см.
5. Установите на брусок груз массой 100, 200 или 300г.
6. Закрепите на бруске веревку, другой ее конец перекиньте через неподвижный блок трибометра и соедините с чашкой для разновеса.
7. Положив на чашку разновес, добейтесь плавного набора скорости, т.е. ускоренного движения тела.
8. Закрепите брусок стопором, каким – либо предметом (учебник, пенал и т.п.).
9. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.

10. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
11. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Усреднение = 5

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

12. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
13. Уберите стопор. Брусок начнет двигаться. Движение будет продолжаться, пока чашка с разновесом не достигнет поверхности пола.
14. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.
15. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Для лучшего рассмотрения графика и его исследования подведите курсор к оси X (времени) и оси Y (расстояние) и растяните их, изменив их масштаб. Рассмотрите полученный график.

Из полученной картинки видно, что график зависимости пути от времени не линейен.

16. ДОПОЛНИТЕЛЬНО. Выделяем двумя курсорами точки на графике начала и конца движения. Нажимаем на клавишу **анализ, мастер анализа, полином**.

Из полученной картинки и зависимости пути от времени, написанной под графиком, видно, что зависимость пути от времени не линейна и квадратична.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 5 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела по наклонной плоскости. Построение графика пути от времени» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать равноускоренное и прямолинейное движение тела по наклонной плоскости с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- показать нелинейность (квадратичность) этой зависимости.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, экран (картон) 10см * 10см, трибометр длиной 50 – 60 см, набор грузов по 100г, кнопки или скотч.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



1. Закрепите на бруске экран размером не меньше 10см^x10см.
2. Закрепите в штативе трибометр.
3. Закрепите в штативе датчик расстояния так, чтобы луч датчика проходил параллельно наклонной плоскости и соединял датчик с флажком на бруске.
4. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
5. Установите на брусок груз массой 100.
6. Установите угол наклона трибометра так, чтобы брусок начал движение
7. Установите брусок на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика) и закрепите его стопором (книга, пенал и т.п.).
8. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
9. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

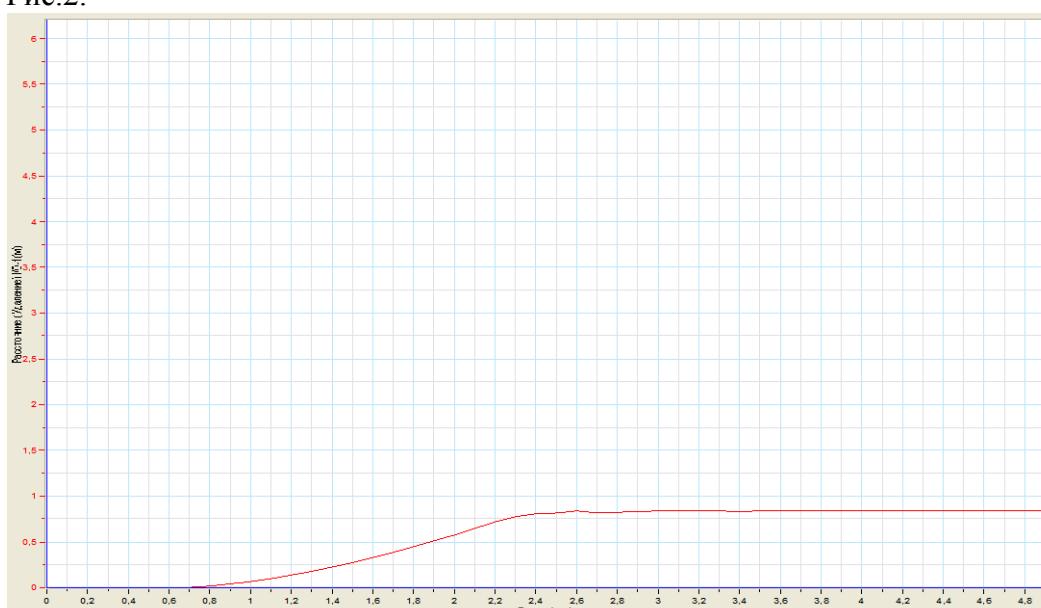
Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

10. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
11. Уберите стопор. Брусек начнет двигаться. Движение будет продолжаться, пока брусек не достигнет ограничителя трибометра.
12. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.
13. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис.2.



Для лучшего рассмотрения графика и его исследования подведите курсор к оси X (времени) и оси Y (расстояние) и растяните их, изменив их масштаб. Рассмотрите полученный график (смотри рис.3).

Из полученной картинки, видно, что график зависимости пути от времени не линеен.

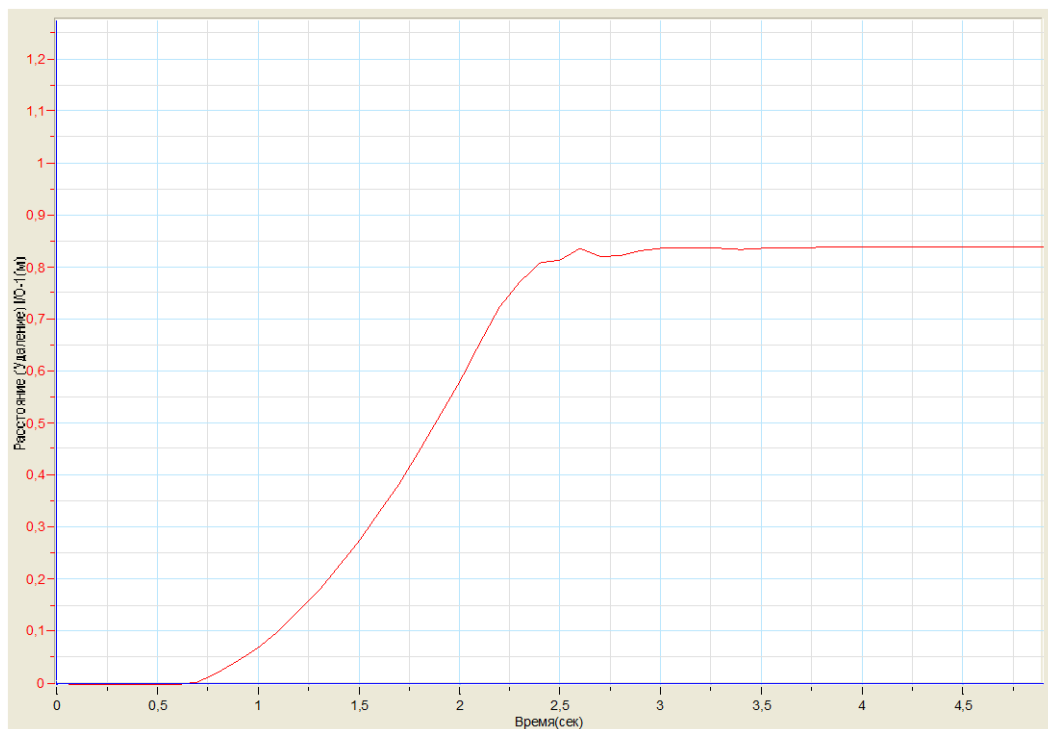
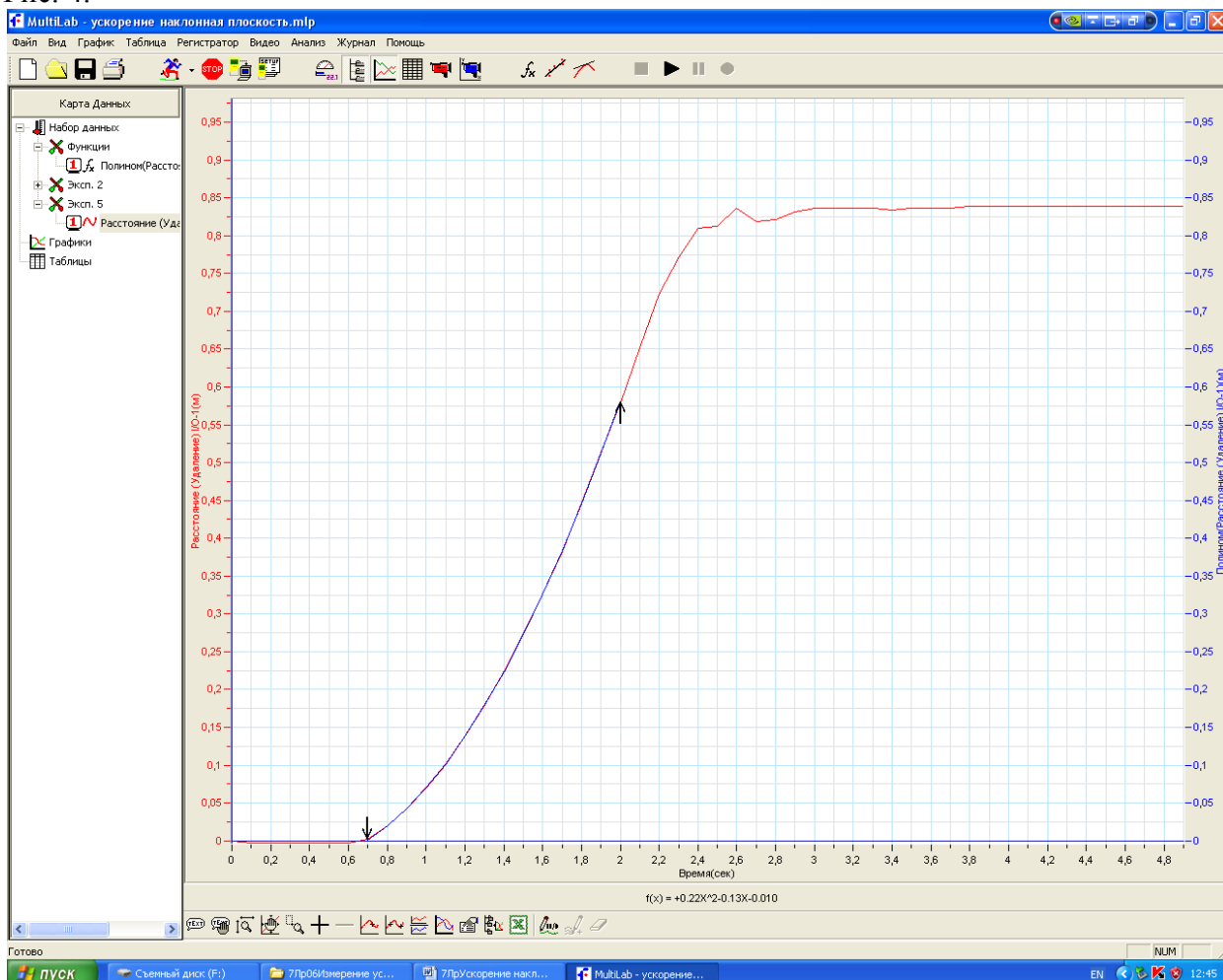


Рис.3.

14. ДОПОЛНИТЕЛЬНО. Выделяем двумя курсорами точки на графике начала и конца движения. Нажимаем на клавишу **анализ, мастер анализа, полином**. Из полученной картинке (смотри рис. 4) и зависимости пути от времени, написанной под графиком видно, что зависимость пути от времени не линейна и квадратична.

Рис. 4.



Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 5 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела по наклонной плоскости. Построение графика пути от времени» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- исследовать равноускоренное и прямолинейное движение тела по наклонной плоскости с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- показать нелинейность (квадратичность) этой зависимости.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, экран (картон) 10см * 10см, трибометр длиной 50 – 60 см, набор грузов по 100г, кнопки или скотч.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



1. Закрепите на бруске экран размером не меньше 10см^х10см.
2. Закрепите в штативе трибометр.
3. Закрепите в штативе датчик расстояния так, чтобы луч датчика проходил параллельно наклонной плоскости и соединял датчик с флажком на бруске.
4. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
5. Установите на брусок груз массой 100.
6. Установите угол наклона трибометра так, чтобы брусок начал движение
7. Установите брусок на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика) и закрепите его стопором (книга, пенал и т.п.).
8. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
9. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
10. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5$ с.

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
12. Уберите стопор. Брусок начнет двигаться. Движение будет продолжаться, пока брусок не достигнет ограничителя трибометра.
13. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.

Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Для лучшего рассмотрения графика и его исследования подведите курсор к оси X (времени) и оси Y (расстояние) и растяните их, изменив масштаб. Рассмотрите полученный график.

Из полученной картинки видно, что график зависимости пути от времени не линейен.

14. ДОПОЛНИТЕЛЬНО. Выделяем двумя курсорами точки на графике начала и конца движения. Нажимаем на клавишу **анализ, мастер анализа, полином**. Из полученной картинки (смотри рис. 4) и зависимости пути от времени, написанной под графиком видно, что зависимость пути от времени не линейна и квадратична.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 6 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по вертикали. Ускорение свободного падения» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать равноускоренное и прямолинейное движение тела по вертикали с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- показать нелинейность (квадратичность) этой зависимости.

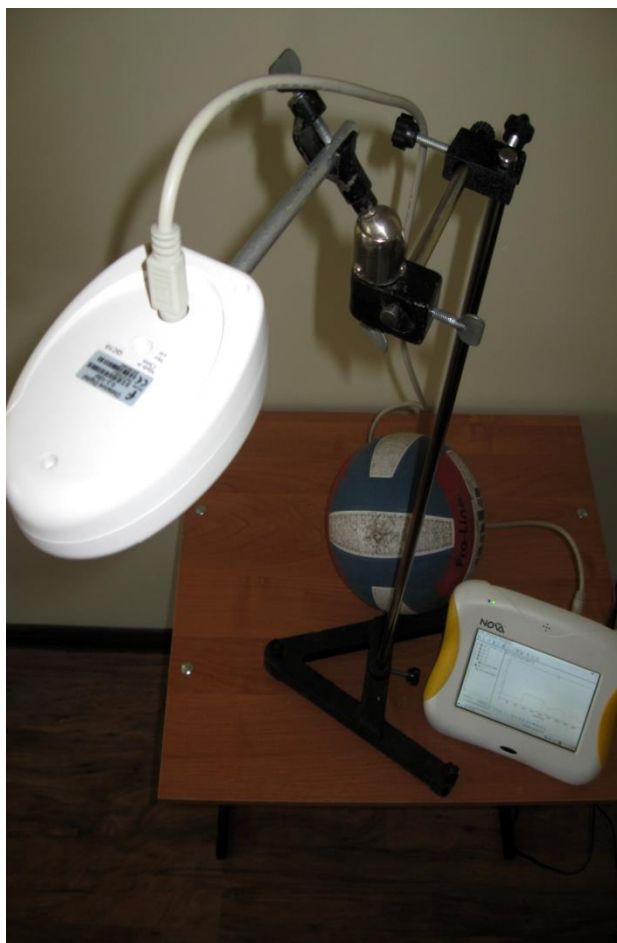
Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, мяч размерами Ф10 и более смотри (волейбольный)

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.



1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
2. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
5. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**
6. Поднесите мяч к датчику. Установите его на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

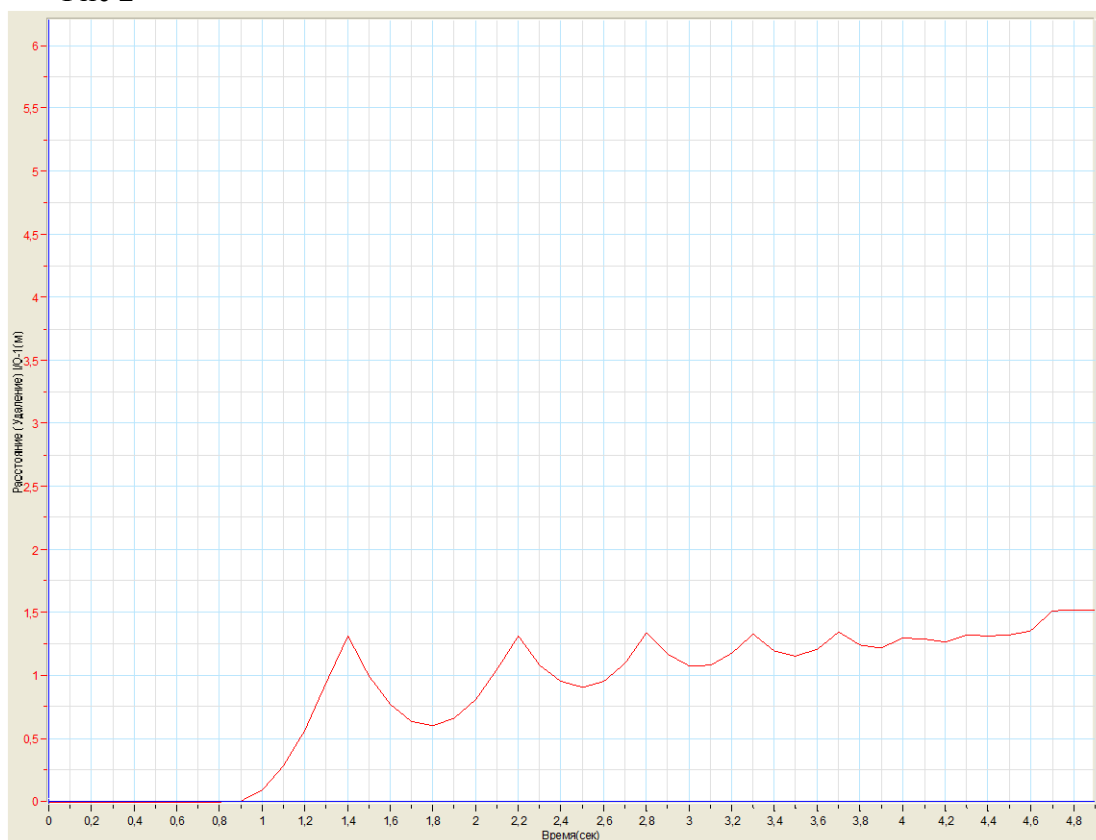
Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

7. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
8. Отпустите мячик.
9. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.
10. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

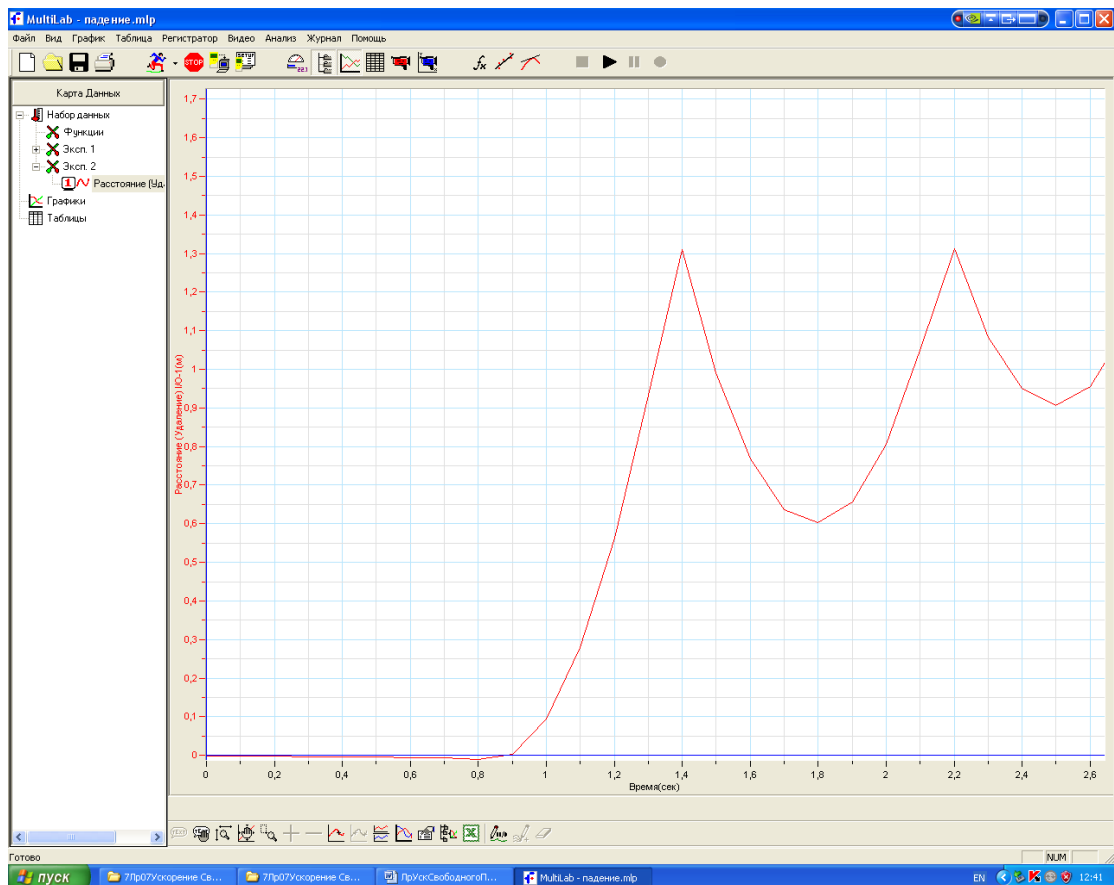
Рис 2



Для лучшего рассмотрения графика и его исследования подведите курсор к оси X (времени) и оси Y (расстояние) и растяните их, изменив их масштаб. Рассмотрите полученный график (смотри рис.3).

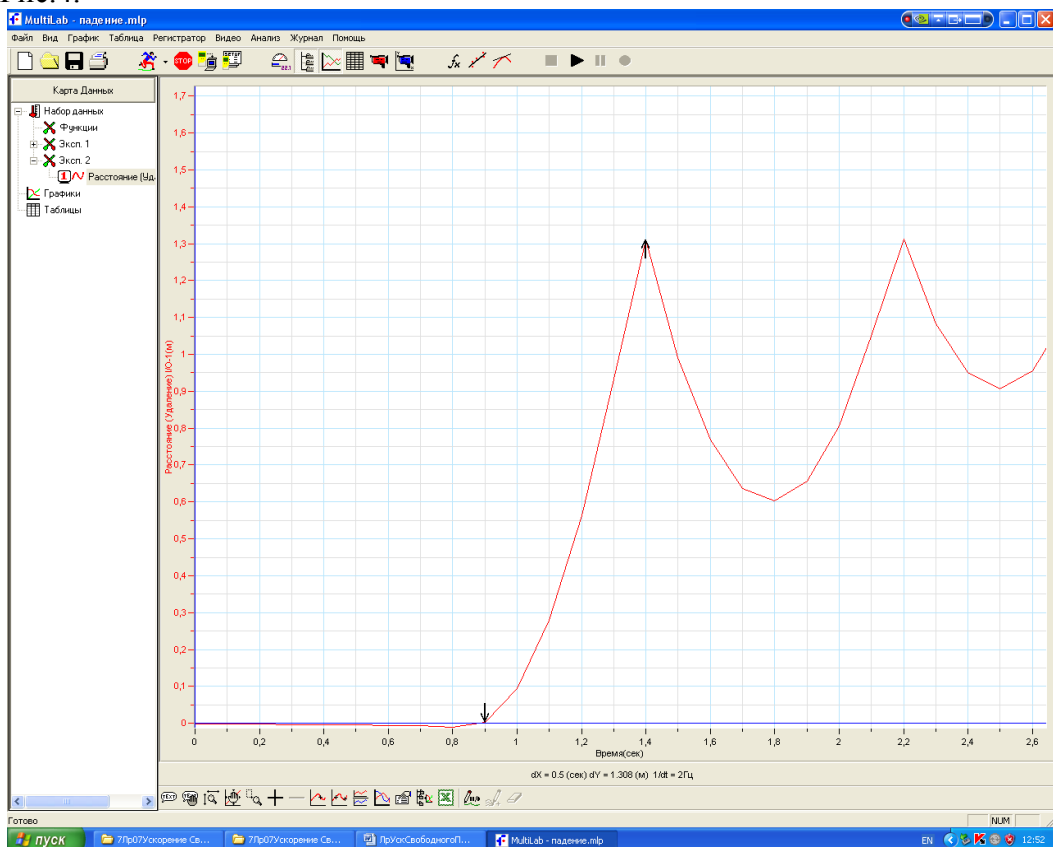
Из полученной картинке видно, что график зависимости пути от времени не линеен.

Рис.3.



11. ДОПОЛНИТЕЛЬНО. Выделяем двумя курсорами точки на графике начала и до его первого удара о пол. См рис.4

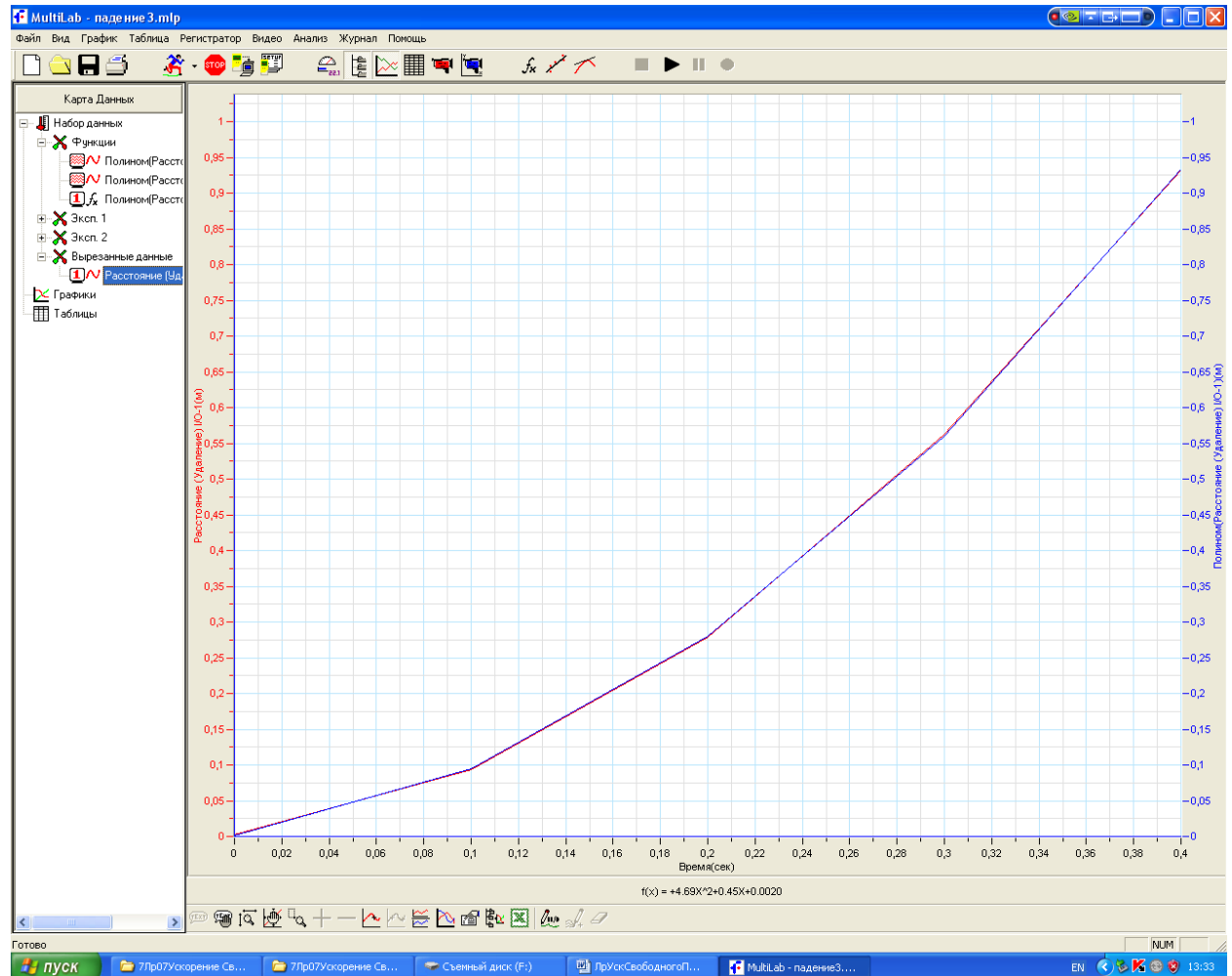
Рис.4.



Для Nova5000.

В меню **Инструменты** выберите команду **Вырезать**. Вы увидите отдельно вырезанный участок графика. смотри рис.5

Рис.5



12. **анализ, мастер анализа, полином.** Из полученной картинке (смотри рис. 4) и зависимости пути от времени, написанной под графиком видно, что зависимость пути от времени не линейна и квадратична.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде
должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 6 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по вертикали. Ускорение свободного падения» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- исследовать равноускоренное и прямолинейное движение тела по вертикали с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- показать нелинейность (квадратичность) этой зависимости.

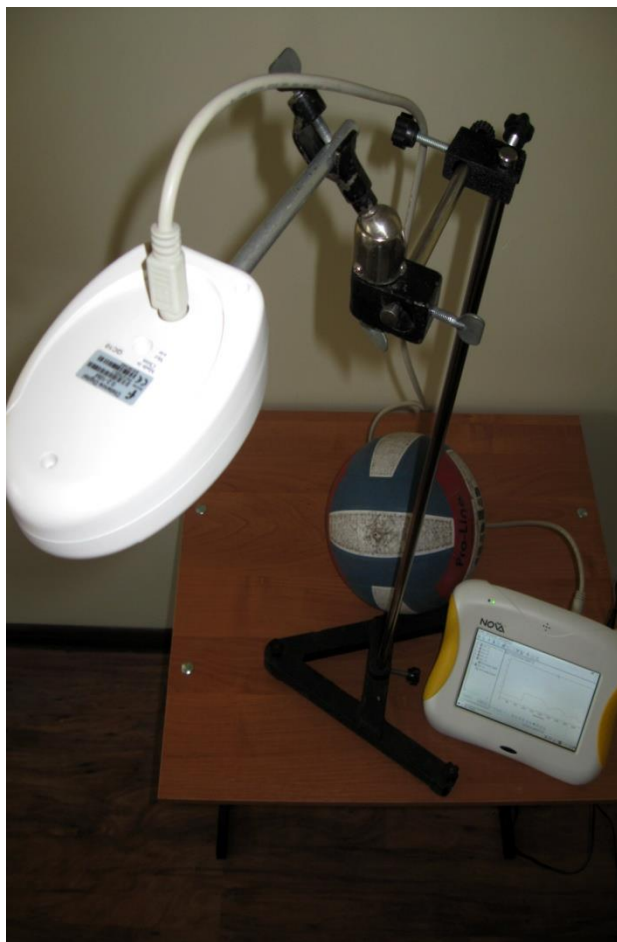
Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, мяч размерами $\Phi 10$ и более смотри (волейбольный)

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.



1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
2. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
5. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**
6. Поднесите мяч к датчику. Установите его на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

7. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
8. Отпустите мячик.
9. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.
10. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.
11. Для лучшего рассмотрения графика и его исследования подведите курсор к оси X (времени) и оси Y (расстояние) и растяните их, изменив их масштаб. Рассмотрите полученный график.

Из полученной картинки видно, что график зависимости пути от времени не линейен.

12. ДОПОЛНИТЕЛЬНО. Выделяем двумя курсорами точки на графике начала и конца движения. Нажимаем на клавишу **анализ, мастер анализа, полином**. Из полученной картинки и зависимости пути от времени, написанной под графиком видно, что зависимость пути от времени не линейна и квадратична.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №7 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по вертикали. Ускорение свободного падения» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать равноускоренное и прямолинейное движение тела по вертикали с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- показать нелинейность (квадратичность) этой зависимости.

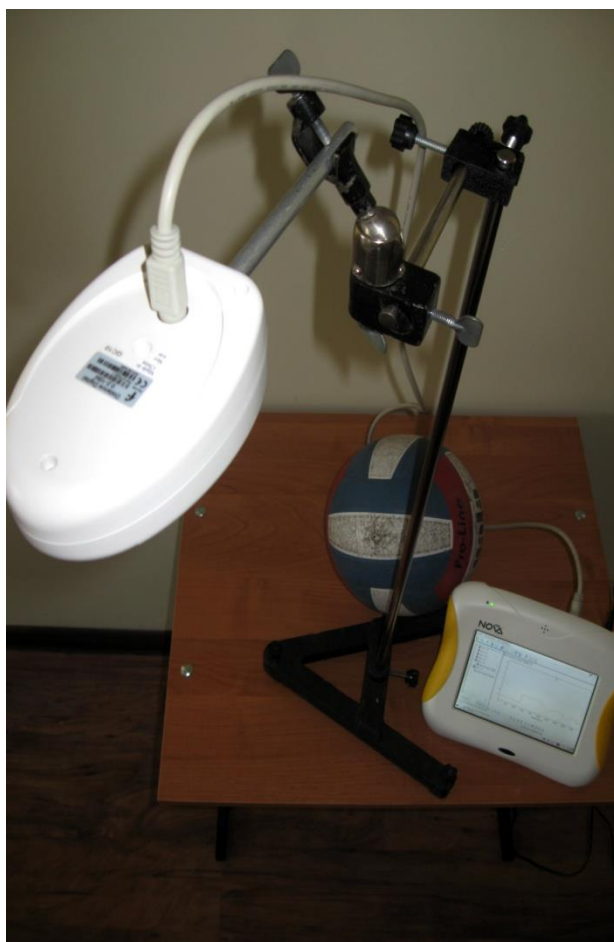
Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, мяч размерами Ф10 и более смотри (волейбольный)

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.



7. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
8. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
9. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000
10. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
11. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**
12. Поднесите мяч к датчику. Установите его на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).

Настройка параметров измерений

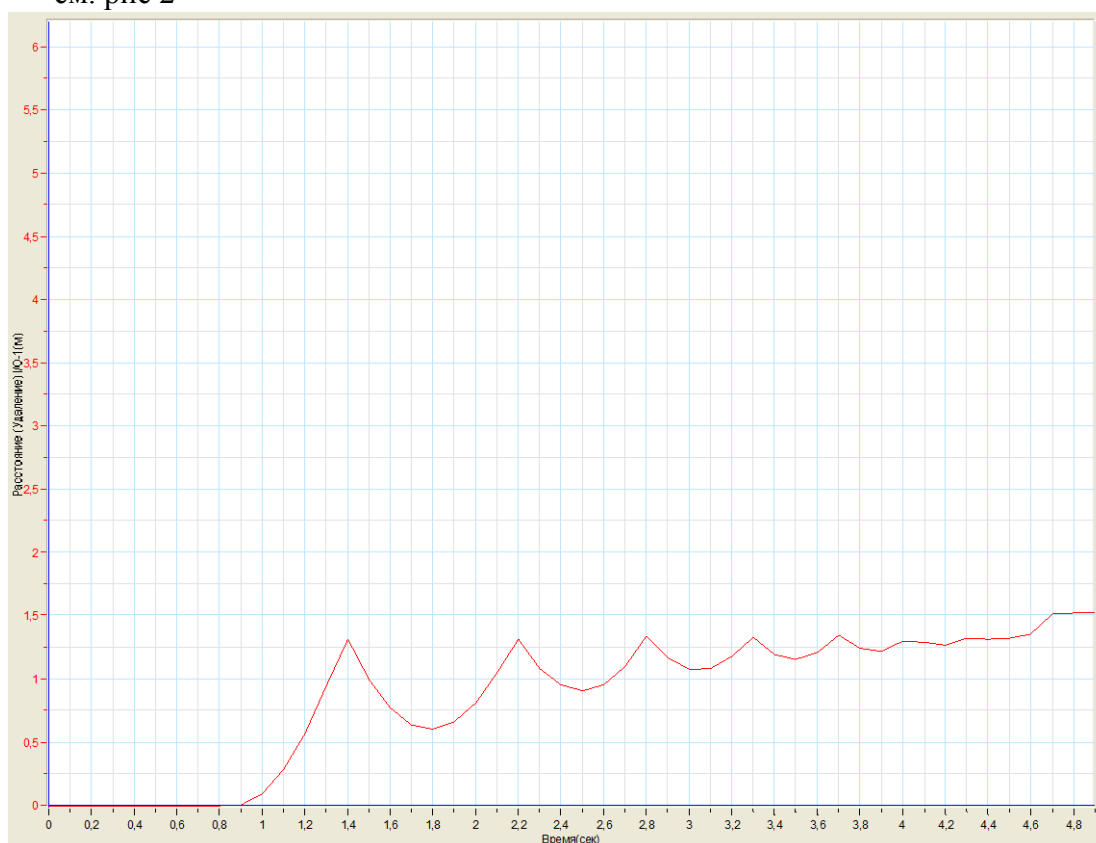
Свойства датчика → установить ноль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5\text{с}$.

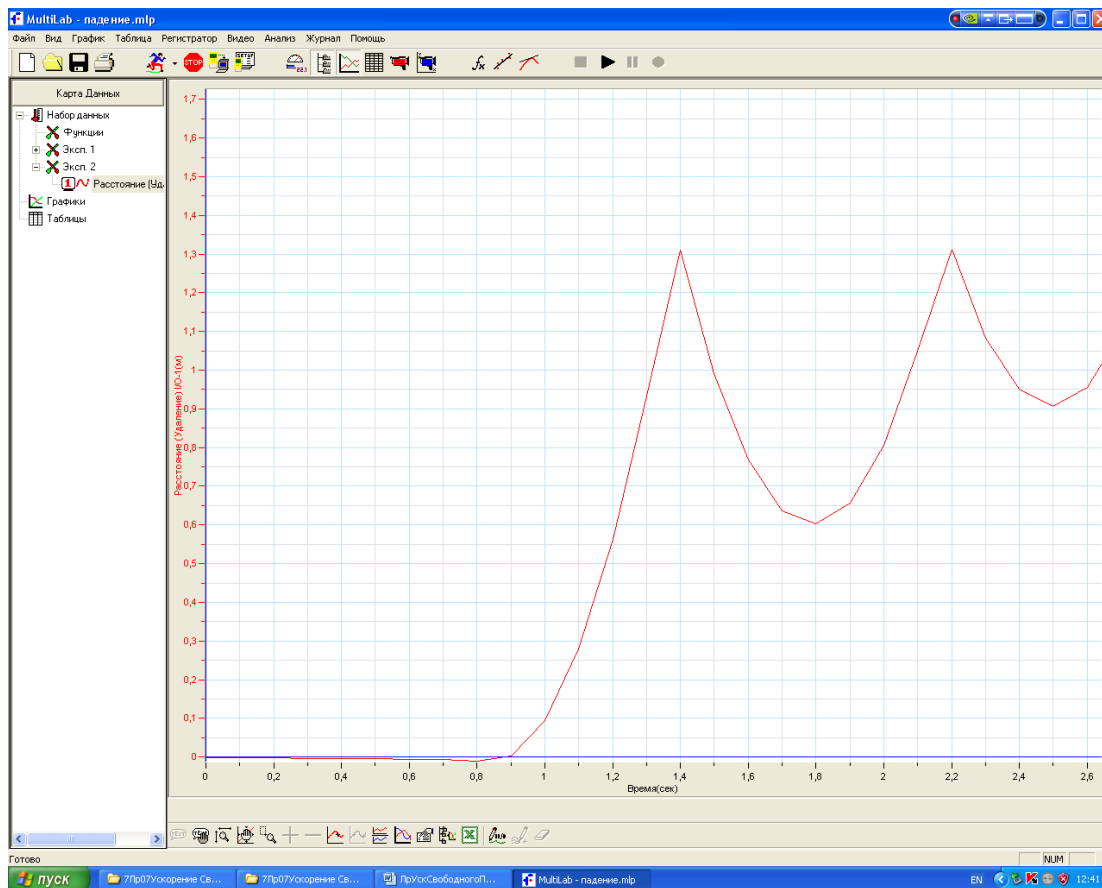
Порядок проведения эксперимента

17. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка);
18. Отпустите мячик;
19. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с;
20. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).



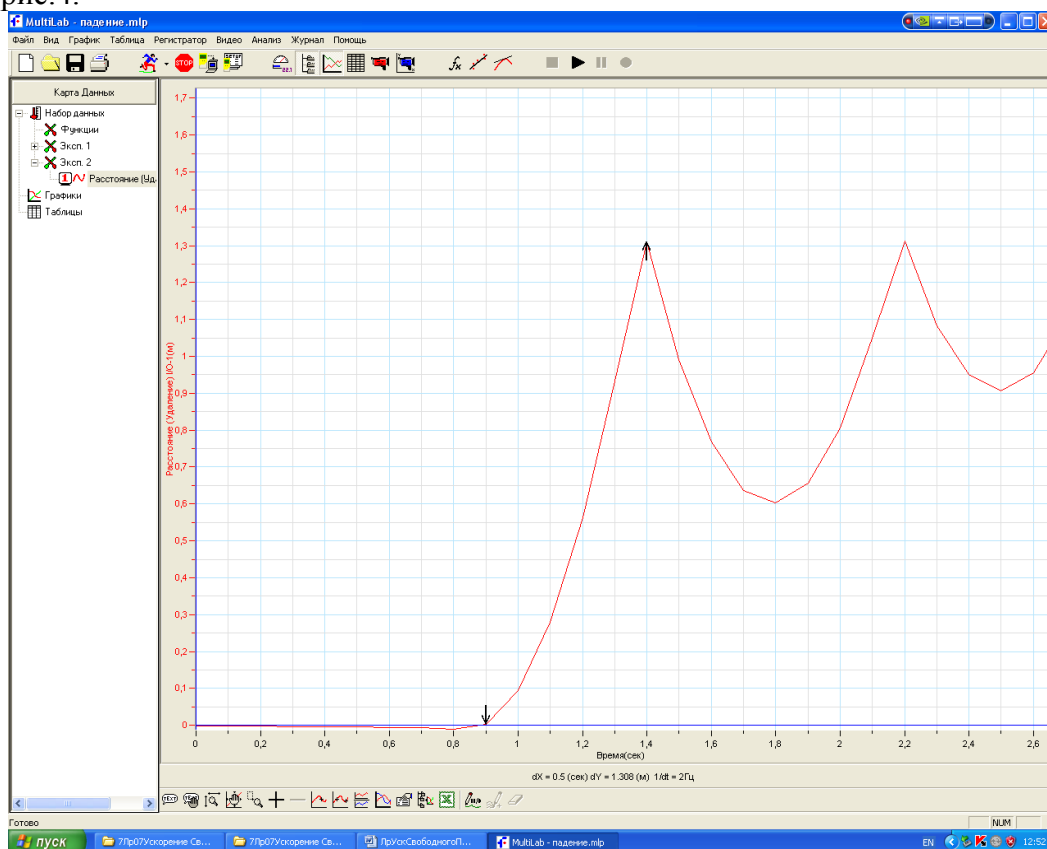
Для лучшего рассмотрения графика и его исследования подведите курсор к оси X (времени) и оси Y (расстояние) и растяните их, изменив их масштаб. Рассмотрите полученный график (смотри рис.3).

Из полученной картинке видно, что график зависимости пути от времени не линеен. рис.3.



21. ДОПОЛНИТЕЛЬНО. Выделяем двумя курсорами точки на графике начала и до его первого удара о пол. См рис.4

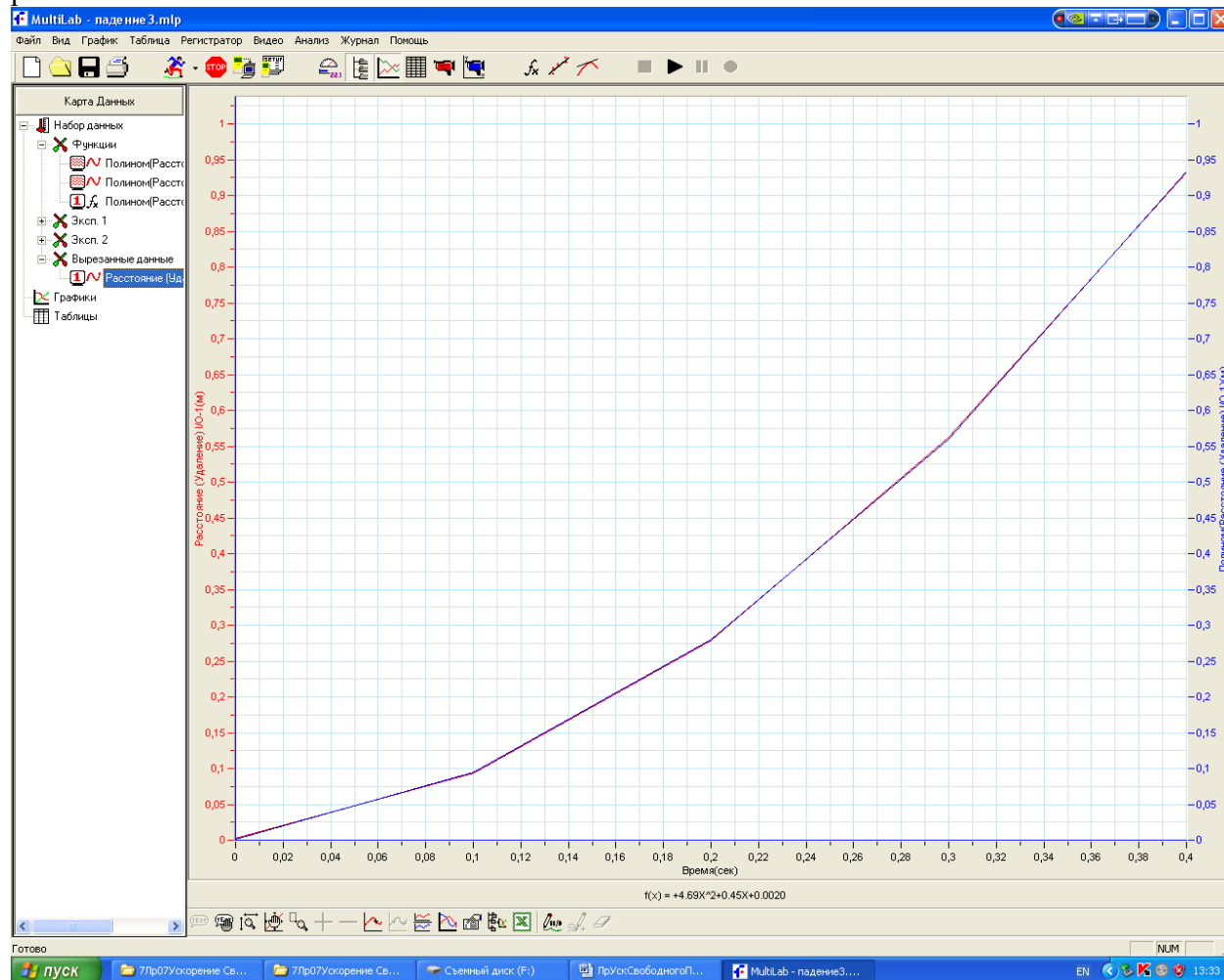
рис.4.



Для Nova5000.

В меню **Инструменты** выберите команду **Вырезать**. Вы увидите отдельно вырезанный участок графика. смотри рис.5

рис.5



22. **анализ, мастер анализа, полином.** Из полученной картинке (смотри рис. 4) и зависимости пути от времени, написанной под графиком видно, что зависимость пути от времени не линейна и квадратична.

Рис.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде
должен содержать.

1. файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
2. графики исследуемого процесса;
3. анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №7 «Исследование равноускоренного и прямолинейного движения тела при движении по вертикали. Ускорение свободного падения» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- исследовать равноускоренное и прямолинейное движение тела по вертикали с помощью ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- показать нелинейность (квадратичность) этой зависимости.

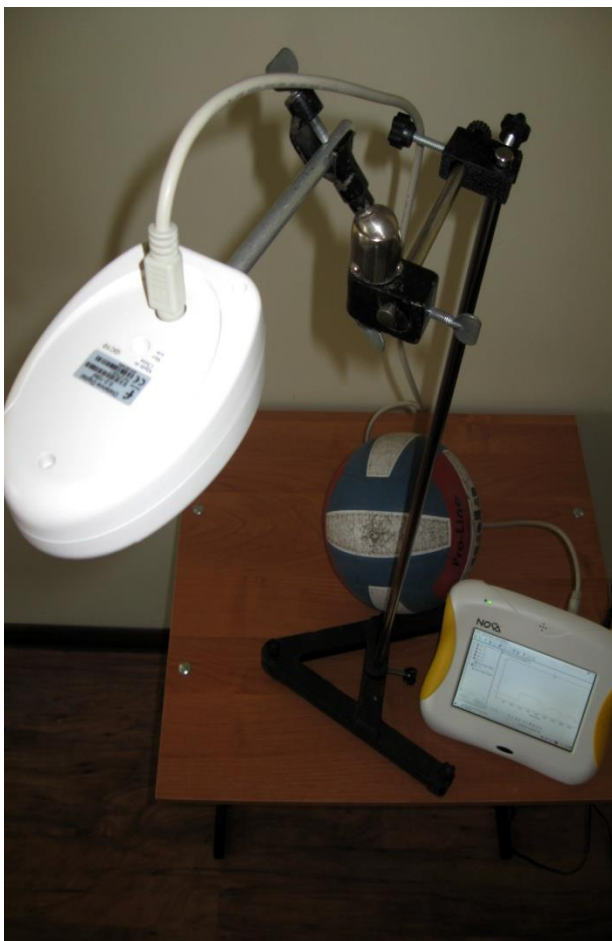
Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, мяч размерами Ф10 и более смотри (волейбольный)

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.



13. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
14. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
15. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000
16. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
17. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**
18. Поднесите мяч к датчику. Установите его на расстоянии 20 – 40 см от датчика (в зависимости от типа датчика).

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 50. Время регистрации данных $50/10=5$ с.

Порядок проведения эксперимента

23. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка);
24. Отпустите мячик;
25. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с;
26. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.
27. Для лучшего рассмотрения графика и его исследования подведите курсор к оси X (времени) и оси Y (расстояние) и растяните их, изменив их масштаб. Рассмотрите полученный график.

Из полученной картинке видно, что график зависимости пути от времени не линеен.

28. ДОПОЛНИТЕЛЬНО. Выделяем двумя курсорами точки на графике начала и конца движения. Нажимаем на клавишу **анализ, мастер анализа, полином**. Из полученной картинке и зависимости пути от времени, написанной под графиком видно, что зависимость пути от времени не линейна и квадратична.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

4. файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
5. графики исследуемого процесса;
6. анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №8 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния ЦЛ. Построение графика пути от времени. Измерение периода механических колебаний при движении тела в вертикальной плоскости» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать движение тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- научиться снимать полученные на экране данные с помощью 2-х курсоров и применять их для нахождения периода механических колебаний тела.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, пружина из набора «пружины с различной жесткостью», тело из набора к электрометру или груз массой 100-200г с картонкой-экраном размером 10*10см.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
2. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Закрепите пружину в штативе.
5. К пружине подвесьте груз с экраном. Груз, пружина и датчик должны находиться на одной вертикальной оси.
6. Установите груз так, чтобы при его движении, расстояние между ним и датчиком было не меньше 20 – 40см от датчика (в зависимости от типа датчика).
7. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
8. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**



Настройка параметров измерений для построения графика средствами регистратора Nova5000

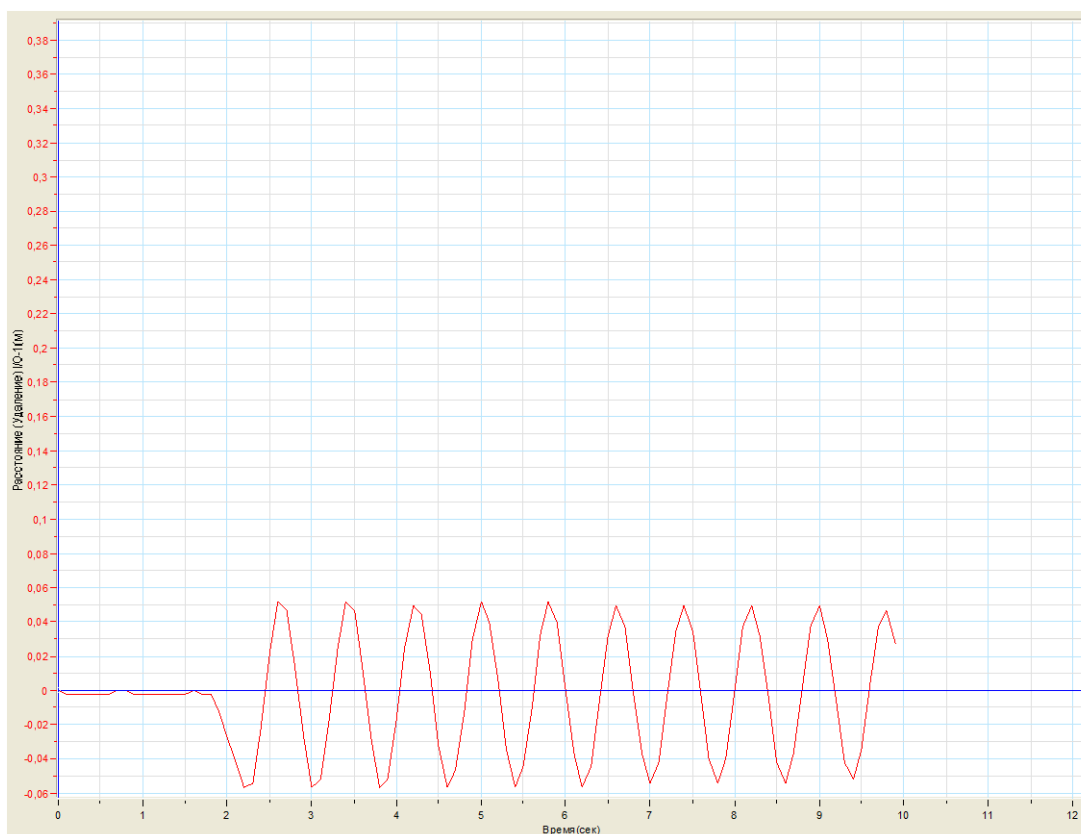
Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 100; Время регистрации данных $100/10=10$ с.

Порядок проведения эксперимента

8. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
 9. Сместите груз, задав первоначальное смещение, наблюдайте за его движением и появляющимся на экране регистратора графиком.
 10. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 10с.
 11. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис. 2).
- Рис. 2



На графике пути от времени наблюдается периодичность в движении тела. Такое движение называется колебательным, а минимальное время, через которое движение повторяется- называется периодом колебаний.

Нахождение периода механических колебаний движения тела.

12. Подведите 1-й курсор к точке на графике с наибольшим (наименьшим) отклонением тела с соответствующим временем измерений. (Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике. Подведите 2-й курсор к точке на графике с наибольшим (наименьшим) отклонением тела, ближайшей к первой, с соответствующим следующим временем измерений. При этом разница координат курсоров, появляющихся на информационной панели нижней части окна графиков, по оси путь будет равна нулю, а по оси времени будет равна минимальному промежутку времени, через которое движение повторится, т.е. – периоду. Полученные данные (смотри рис.3), запишите в таблицу 1.

Рис.3

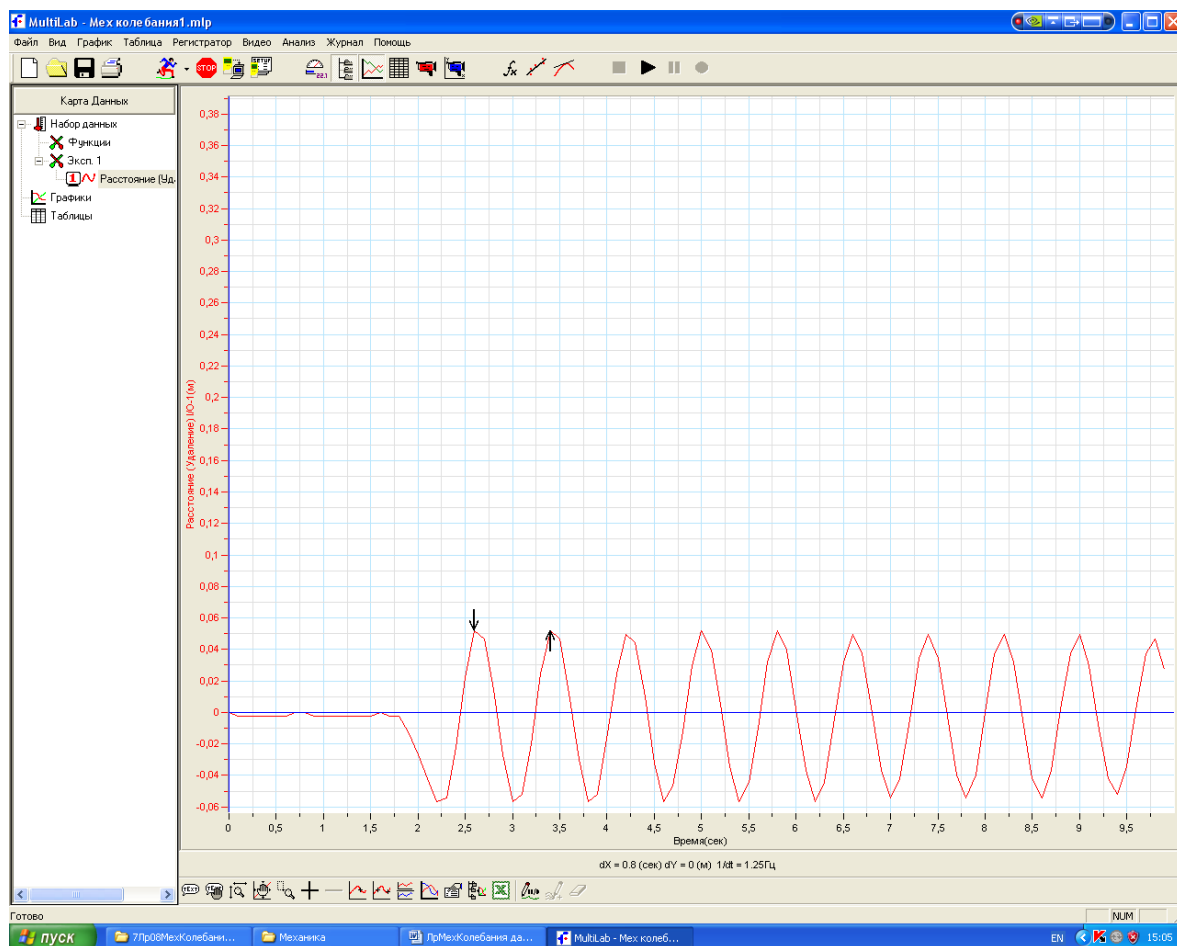


Табл. 1.

расстояние (м)	промежуток времени (с)

Отчет по лабораторной работе в электронном виде должен содержать.

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №8 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния ЦЛ. Построение графика пути от времени. Измерение периода механических колебаний при движении тела в вертикальной плоскости» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- исследовать движение тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- научиться снимать полученные на экране данные с помощью 2-х курсоров и применять их для нахождения периода механических колебаний тела.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, Nova5000, пружина из набора «пружины с различной жесткостью», тело из набора к электрометру или груз массой 100-200г с картонкой-экраном размером 10*10см.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.



1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
2. Закрепите датчик расстояния в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000
4. Закрепите пружину в штативе.
5. К пружине подвесьте груз с экраном. Груз, пружина и датчик должны находиться на одной вертикальной оси.
6. Установите груз так, чтобы при его движении расстояние между ним и датчиком было не меньше 20 – 40см от датчика (в зависимости от типа датчика).
7. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
8. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений для построения графика средствами регистратора Nova5000

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 10 замеров в секунду;

Число замеров → 100; Время регистрации данных $100/10=10$ с.

Порядок проведения эксперимента

9. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
10. Сместите груз, задав первоначальное смещение, наблюдайте за его движением и появляющимся на экране регистратора графиком.
11. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратиться автоматически по истечении 10с.

Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

На графике пути от времени наблюдается периодичность в движении тела. Такое движение называется колебательным, а минимальное время, через которое движение повторяется- называется периодом колебаний.

Нахождение периода механических колебаний движения тела.

12. Подведите 1-й курсор к точке на графике с наибольшим (наименьшим) отклонением тела с соответствующим временем измерений. (Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике. Подведите 2-й курсор к точке на графике с наибольшим (наименьшим) отклонением тела, ближайшей к первой, с соответствующим следующим временем измерений. При этом разница координат курсоров, появляющихся на информационной панели нижней части окна графиков, по оси путь будет равна нулю, а по оси времени будет равна минимальному промежутку времени, через которое движение повторится, т.е. – периоду. Полученные данные запишите в таблицу 1.

Табл. 1.

расстояние (м)	промежуток времени (с)

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 9 «Исследование зависимости силы тяжести от массы тела» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Исследовать зависимость силы тяжести от массы тела;
- Нахождение силы формулы силы тяжести;
- научить измерять величину силы с помощью датчика ЦЛ Архимед, научиться настраивать регистратор Nova5000 для снятия данных вручную, снимать полученные на экране данные с помощью курсора

Оборудование и материалы:

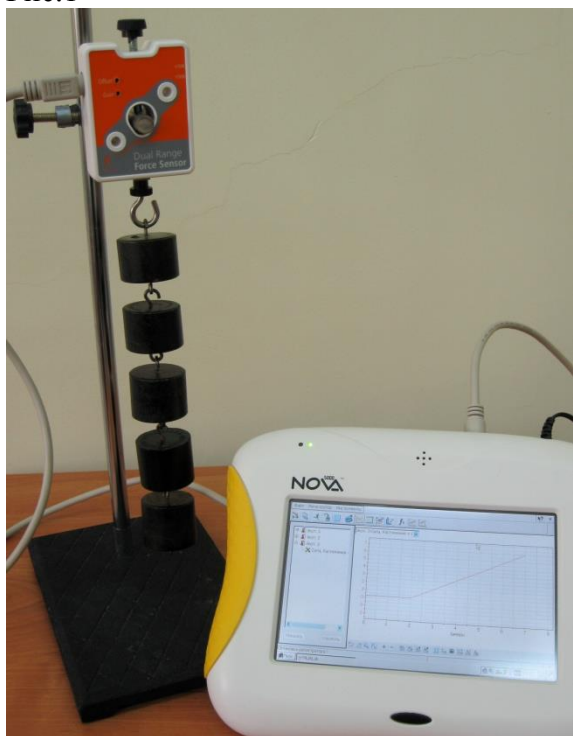
штатив, датчик силы, Nova5000, набор грузов по 100г.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис.1

Рис.1



1. Закрепите датчик силы в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab. Чтобы получить более точные результаты измерений, пользуйтесь винтом подстройки для установки нулевого значения перед измерением. Винт расположен на корпусе датчика).
2. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н.
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
5. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → вручную;

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

6. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
7. Подвести 1-й груз массой 100г на крючок датчика силы и снова нажмите на кнопку **Старт**.
8. Подвести 2-й груз массой 100г и снова нажмите на кнопку **Старт**.
9. Повторите действия п. 2 подвешивая 3-й, 4-й, 5-й и 6-й грузы, наблюдайте построение графика на экране.
10. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**.
11. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис.2



Анализ результатов эксперимента

Проводится несколькими способами в зависимости от поставленных задач:

12. если ставилась только физическая задача - исследовать зависимость силы тяжести от массы тела, то по графику видно (если к моменту проведения работы учащиеся из курса математики знают о прямо пропорциональной зависимости и графической ее иллюстрацией), что зависимость прямо пропорциональная, т.к. на рисунке линия - прямая, наклоненная под углом к оси измерений. Следовательно, сила тяжести зависит от массы, и чем больше масса, тем больше сила притяжения.

Вывод: $F_{\text{тяжести}} \sim m$, поставив коэффициент пропорциональности $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, получаем формулу

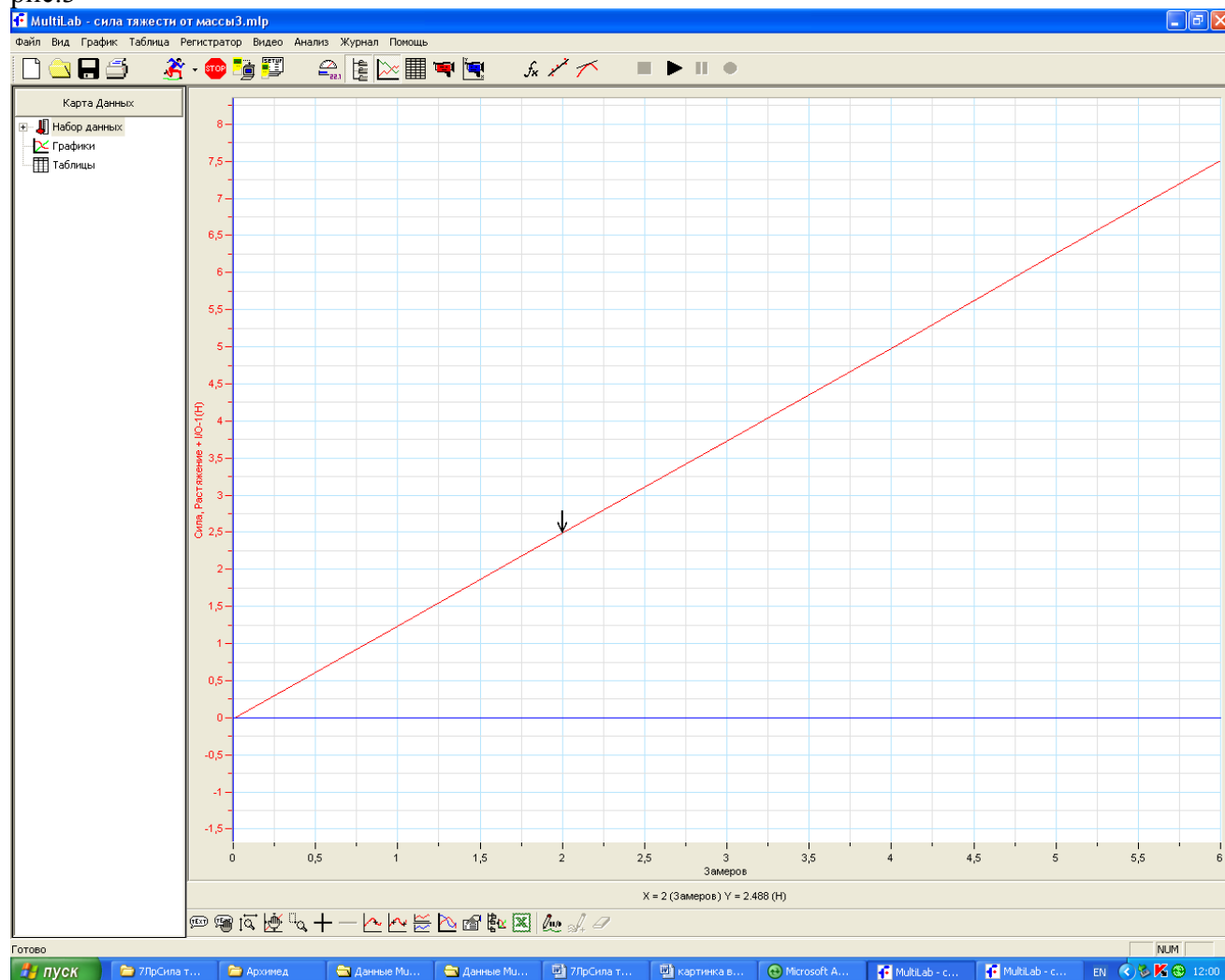
$$F_{\text{тяжести}} = m \cdot g$$

13. Если ставилась физическая задача и дальнейшее изучение программы MultiLab.

Работа в окне графика для отображений значений отдельных точек графика:

Поочередно подведите 1-й курсор к точкам на графике соответствующим номерам измерений. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора, появляющиеся на информационной панели в нижней части окна графиков, смотри рис.3),

рис.3



запишите в таблицу 1.

номер измерения	1	2	3	4	5	6
общая масса груза (кг)						
сила (Н)						

Вычислите разницу в значениях силы при 2-х последовательно проведенных измерениях. Запишите в сводную таблицу 2.

номер измерения	1	2	3	4	5	6
общая масса груза (кг)						
сила (Н)						
разница в	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	

силе 2-х измерений						
--------------------	--	--	--	--	--	--

Вывод 2-го курсора позволяет получить на информационной панели значения разности координат двух точек, минуя процесс вычисления, т.о. сокращая время выполнения работы. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **2-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные, (значения разности координат двух точек) отобразятся на информационной панели в нижней части окна графиков, смотри рис.4), запишите в сводную таблицу 3.

Рис.4

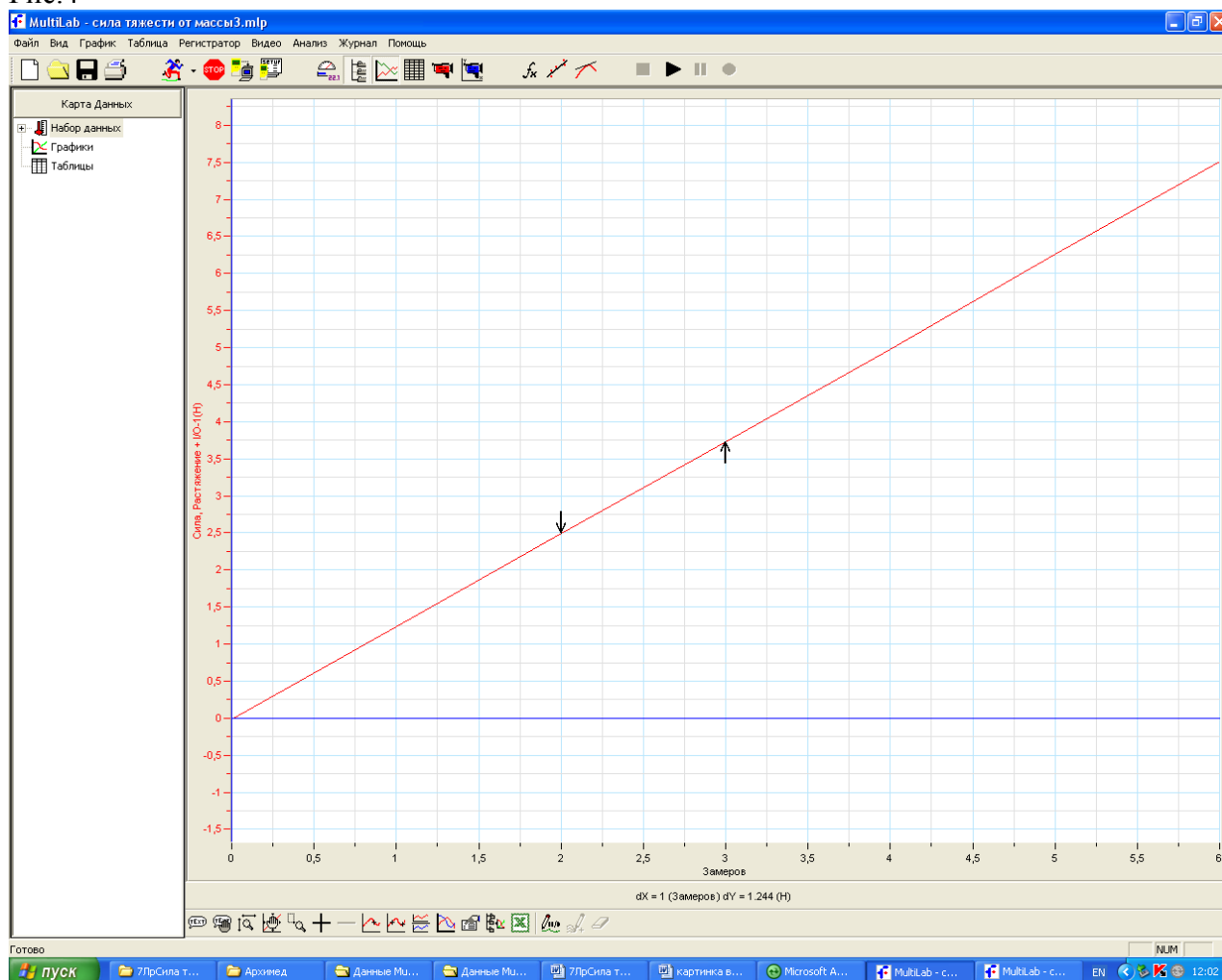


табл. 3

номер измерения	1	2	3	4	5	6
общая масса груза (кг)						
сила (Н)						
разница в силе 2-х последовательных измерений	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	

Сравните данные таблицы 2 и 3. Сделайте вывод об эффективности работы с 2-я курсорами.

При работе с двумя курсорами нет необходимости пользоваться винтом подстройки для установки нулевого значения перед измерением.

Для удаления курсоров надо щелкнуть по пиктограмме 2-й курсор, 1-й курсор еще раз.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- график исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 9 «Исследование зависимости силы тяжести от массы тела» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Исследовать зависимость силы тяжести от массы тела;
- Нахождение формулы силы тяжести;
- научить измерять величину силы с помощью датчика ЦЛ Архимед, научиться настраивать регистратор Nova5000 для снятия данных вручную, снимать полученные на экране данные с помощью курсора

Оборудование и материалы:

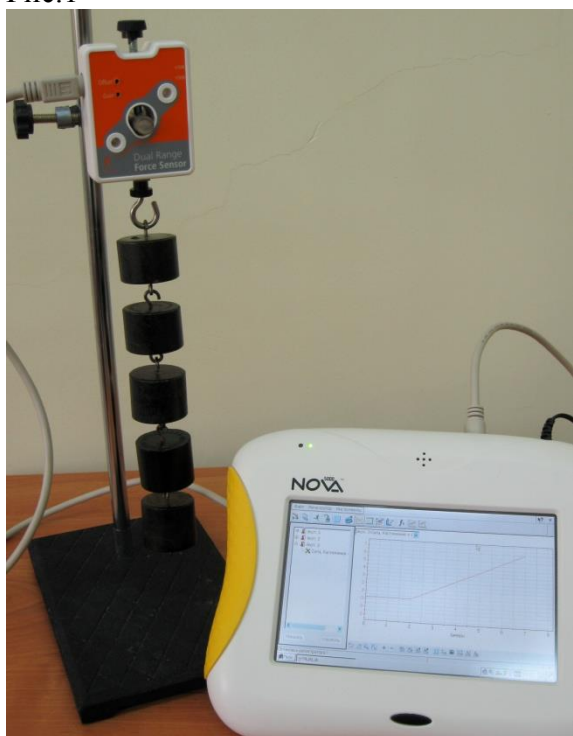
штатив, датчик силы, Nova5000, набор грузов по 100г.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис.1

Рис.1



1. Закрепите датчик силы в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab. Чтобы получить более точные результаты измерений, пользуйтесь винтом подстройки для установки нулевого значения перед измерением. Винт расположен на корпусе датчика).
2. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н.
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
5. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → вручную;

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

6. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
7. подвести 1-й груз массой 100г на крючок датчика силы и снова нажмите на кнопку **Старт**.
8. подвести 2-й груз массой 100г и снова нажмите на кнопку **Старт**.
9. повторите действия п. 2 подвешивая 3-й, 4-й, 5-й и 6-й грузы, наблюдайте построение графика на экране.
10. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**.
11. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

Проводится несколькими способами в зависимости от поставленных задач:

12. Физическая задача - исследовать зависимость силы тяжести от массы тела, то по графику видно (если к моменту проведения работы учащиеся из курса математики знают о прямо пропорциональной зависимости и графической ее иллюстрацией), что зависимость прямо пропорциональная, т.к. на рисунке линия - прямая, наклоненная под углом к оси измерений. Следовательно, сила тяжести зависит от массы, и чем больше масса, тем больше сила притяжения.

Вывод: $F_{\text{тяжести}} \sim m$, поставив коэффициент пропорциональности $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, получаем формулу

$$F_{\text{тяжести}} = m \cdot g$$

13. Физическая задача и дальнейшее изучение программы MultiLab:

Работа в окне графика для отображений значений отдельных точек графика:

Поочередно подведите 1-й курсор к точкам на графике, соответствующим номерам измерений. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора, появляющиеся на информационной панели в нижней части окна графиков) запишите в таблицу 1.

Табл. 1

номер измерения	1	2	3	4	5	6
общая масса груза (кг)						
сила (Н)						

Вычислите разницу в значениях силы при 2-х последовательно проведенных измерениях. Запишите в сводную таблицу 2.

Табл. 2.

номер измерения	1	2	3	4	5	6
общая масса груза (кг)						
сила (Н)						
разница в силе 2-х	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	

измерений						
-----------	--	--	--	--	--	--

Вывод 2-го курсор позволяет получить на информационной панели значения разности координат двух точек, минуя процесс вычисления, т.о. сокращая время выполнения работы. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **2-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (значения разности координат двух точек) отобразятся на информационной панели в нижней части окна графиков), запишите в сводную таблицу 3.

Табл. 3

номер измерения	1	2	3	4	5	6
общая масса груза (кг)						
сила (Н)						
разница в силе 2-х последовательных измерений	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	

Сравните данные таблицы 2 и 3. Сделайте вывод об эффективности работы с 2-я курсорами.

При работе с двумя курсорами нет необходимости пользоваться винтом подстройки для установки нулевого значения перед измерением.

Для удаления курсоров надо щелкнуть по пиктограмме 2-й курсор, 1-й курсор еще раз.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- график исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 10 «Нахождение силы, выталкивающей (Архимеда), действующей на погруженное в жидкость тело. Исследование зависимости силы Архимеда от плотности жидкости и объема тела» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Нахождение силы Архимеда, действующей на погруженное в жидкость тело.
- Исследование зависимости силы Архимеда от плотности жидкости и объема тела.
- научить измерять величину силы с помощью датчика ЦЛ Архимед.
- научиться настраивать регистратор Nova5000 для снятия данных вручную, снимать полученные на экране данные с помощью курсора.

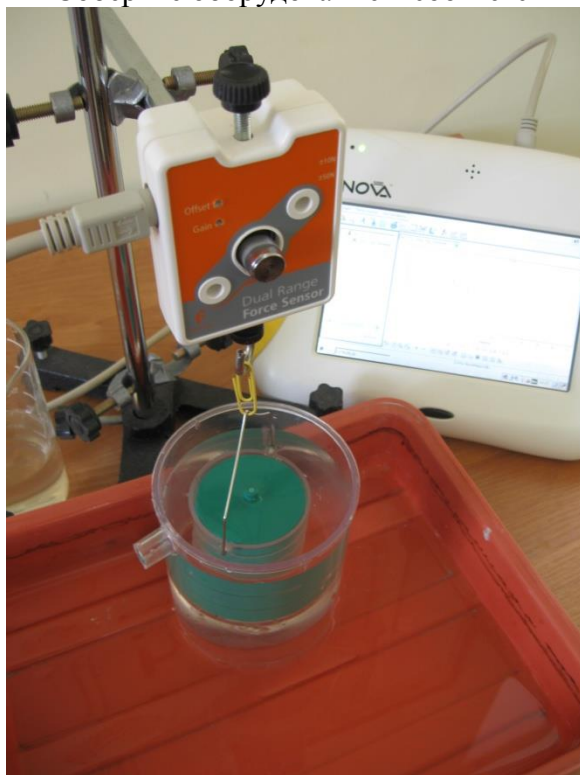
Оборудование и материалы:

штатив, датчик силы, Nova5000, груз и отливной стакан прибора «ведерко Архимеда», фотованна, стакан с водой, соль, палочка для размешивания, два тела разного объема одинаковой массы.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис.1



1. Закрепите датчик силы в штативе. (Калибровка датчика не требуется.) Параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab. Чтобы получить более точные результаты измерений, пользуйтесь винтом подстройки для установки нулевого значения перед измерением. (Винт расположен на корпусе датчика).
2. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н.
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
5. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

рис.1

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → вручную;

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

6. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
7. Подвести тело на крючок датчика силы и снова нажмите на кнопку **Старт**.
8. (делать не обязательно) для большей наглядности и простоты в снятии данных, нажмите на кнопку **Старт**.
9. Налейте воду в отливной стакан, так чтобы уровень свободной поверхности совпадал с уровнем отлива.
10. Подставьте стакан, опускайте датчик, пока все тело не окажется под водой, и снова нажмите на кнопку **Старт**.
11. (делать не обязательно) для большей наглядности и простоты в снятии данных, нажмите на кнопку **Старт**.
12. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**.
13. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис.2



14. Для нахождения значения силы воспользуйтесь графиком. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей второму или третьему измерению (тело находилось в воздухе), а затем четвертому или пятому. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора, появляющиеся на

информационной панели в нижней части окна графиков, смотри рис.3), запишите в таблицу 1.

Вычислите значение выталкивающей силы по формуле: $F_A = F_1 - F_2$. Запишите это значение в табл.1.

Рис.3

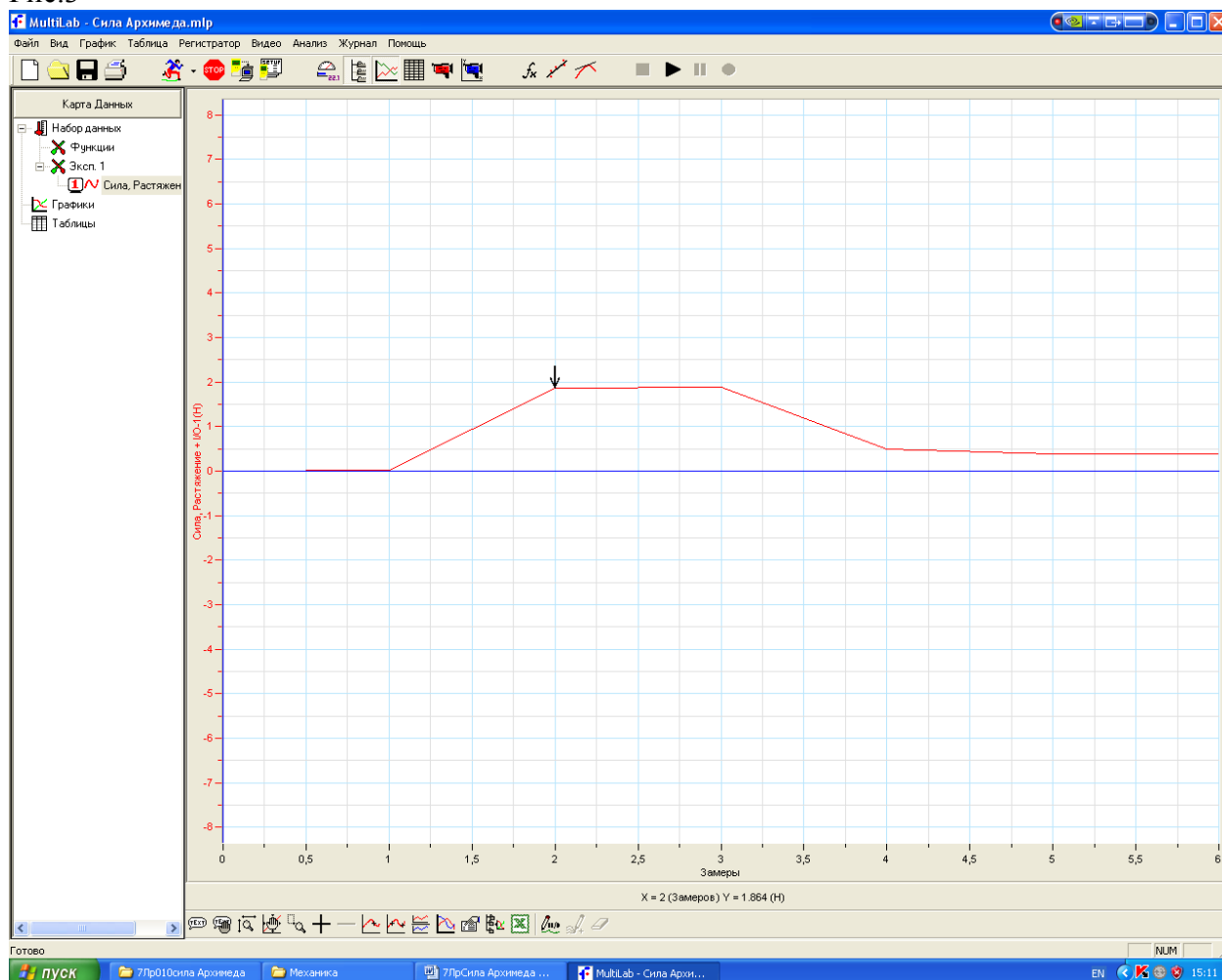


Табл.1

номер измерения/ значение силы	F_1 (Н) чистая вода	F_2 (Н) чистая вода	F_A (Н)	F_3 (Н) солёная вода	F_A (Н)	F_4 (Н) тело другого объема	F_A (Н)
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							

15. Положите соль в отливной стакан с водой, размешайте.

16. Подставьте стакан, опускайте датчик, пока все тело не окажется под водой, и снова нажмите на кнопку **Старт**.

17. Найдите значение выталкивающей силы, действующей на то же тело, погруженное в жидкость с большей плотностью (соляной раствор), запишите в табл.1.
18. Подвесьте к датчику тело другого объема, и определите, выше указанным способом, выталкивающую силу, действующую на него в воде. Результаты запишите в табл.1.
19. Сделайте выводы о зависимости выталкивающей силы.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде
должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающие количественные результаты измерений;
- график исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 10 «Нахождение силы, выталкивающей (Архимеда), действующей на погруженное в жидкость тело. Исследование зависимости силы Архимеда от плотности жидкости и объема тела» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Нахождение силы Архимеда, действующей на погруженное в жидкость тело.
- Исследование зависимости силы Архимеда от плотности жидкости и объема тела.
- научить измерять величину силы с помощью датчика ЦЛ Архимед.
- научиться настраивать регистратор Nova5000 для снятия данных вручную, снимать полученные на экране данные с помощью курсора.

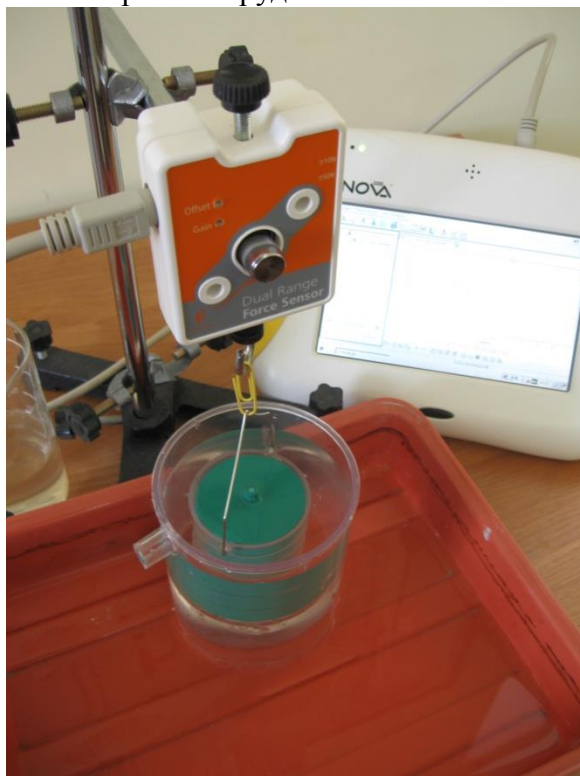
Оборудование и материалы:

штатив, датчик силы, Nova5000, груз и отливной стакан прибора «ведерко Архимеда», фотованна, стакан с водой, соль, палочка для размешивания, два тела разного объема, но с одинаковой массы.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис.1



1. Закрепите датчик силы в штативе. (Калибровка датчика не требуется). Параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab. Чтобы получить более точные результаты измерений, пользуйтесь винтом подстройки для установки нулевого значения перед измерением. (Винт расположен на корпусе датчика).
2. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н.
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
5. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Рис.1

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → вручную;

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

6. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
7. Подвести тело на крючок датчика силы и снова нажмите на кнопку **Старт**.
8. (делать не обязательно) для большей наглядности и простоты в снятии данных, нажмите на кнопку **Старт**.
9. Налейте воду в отливной стакан, так чтобы уровень свободной поверхности совпадал с уровнем отлива.
10. Подставьте стакан, опускайте датчик, пока все тело не окажется под водой, и снова нажмите на кнопку **Старт**.
11. (делать не обязательно) для большей наглядности и простоты в снятии данных, нажмите на кнопку **Старт**.
12. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**.
13. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.
14. Для нахождения значения силы воспользуйтесь графиком. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей второму или третьему измерению (тело находилось в воздухе), а затем четвертому или пятому. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора появляющиеся на информационной панели в нижней части окна графиков), запишите в таблицу 1.

Вычислите значение выталкивающей силы по формуле: $F_A = F_1 - F_2$.

Запишите это значение в табл.1.

Табл.1

номер измерения/ значение силы	F_1 (Н) чистая вода	F_2 (Н) чистая вода	F_A (Н)	F_3 (Н) солёная вода	F_A (Н)	F_4 (Н) тело другого объема	F_A (Н)
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							
16.							
17.							
18.							

15. Положите соль в отливной стакан с водой, размешайте.
16. Подставьте стакан, опускайте датчик, пока все тело не окажется под водой, и снова нажмите на кнопку **Старт**.
17. Найдите значение выталкивающей силы, действующей на то же тело, погруженное в жидкость с большей плотностью (соляной раствор), запишите в табл.1.
18. Подвесьте к датчику тело другого объема и определите, выше указанным способом, выталкивающую силу, действующую на него в воде. Результаты запишите в табл.1.
19. Сделайте выводы о зависимости выталкивающей силы.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающие количественные результаты измерений;
- график исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №11 «Измерение силы трения и определение коэффициента трения. Исследование зависимости силы трения от: рода взаимодействующих поверхностей; площади взаимодействующих поверхностей; силы давления» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Измерение силы трения и определение коэффициента трения;
- Исследовать зависимость силы трения от рода взаимодействующих поверхностей, площади взаимодействующих поверхностей, силы давления;
- научить измерять величину силы с помощью датчика ЦЛ Архимед, снимать полученные на экране данные с помощью курсора.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик силы, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, трибометр, лист бумаги (для замены поверхности трибометра), тяга, набор грузов на 500г, набор грузов по 100г.

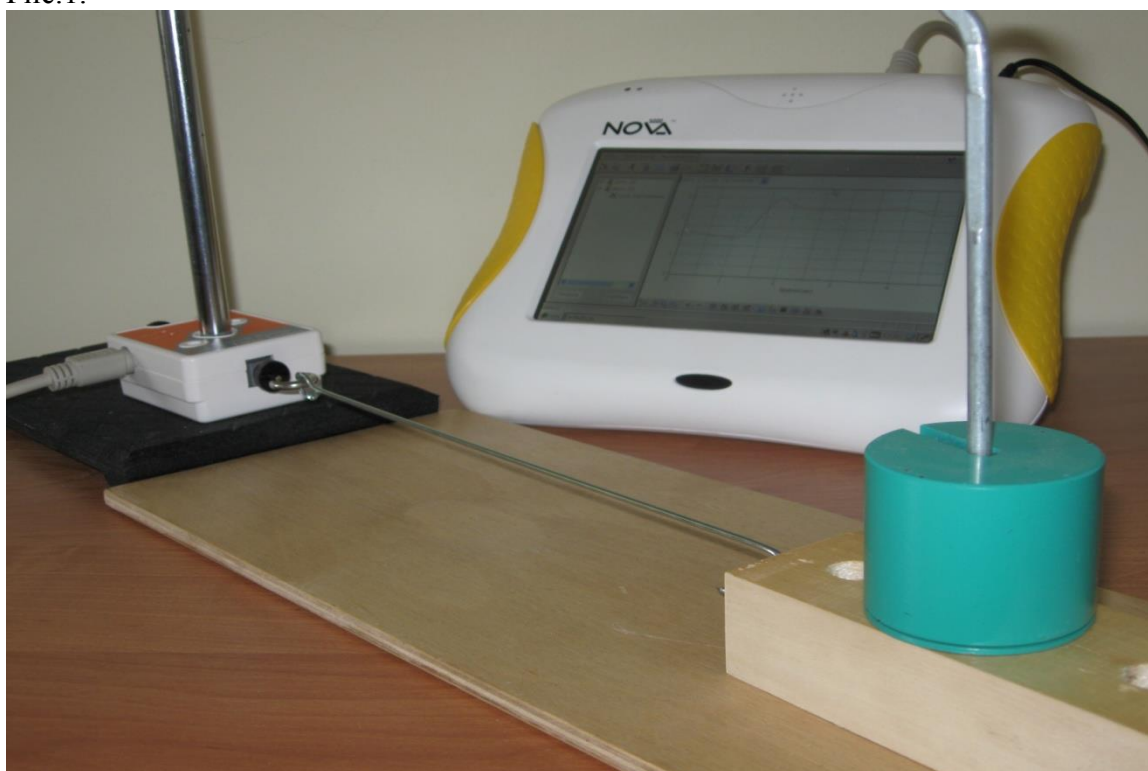
Измерение силы трения и определение коэффициента трения.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



1. Закрепите датчик силы в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab. Чтобы получить более точные результаты измерений, пользуйтесь винтом подстройки для установки нулевого значения перед измерением. Винт расположен на корпусе датчика).
2. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н.
3. Положите трибометр на стол рядом со штативом.
4. Соедините тягой датчик силы с бруском трибометра.
5. Установите на брусок груз массой 550г (груз 500г + подставка для груза 50г)
6. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
7. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
8. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → **установить нуль** → **определить текущее показание как нулевое** → **ОК.**

Усреднение = 5

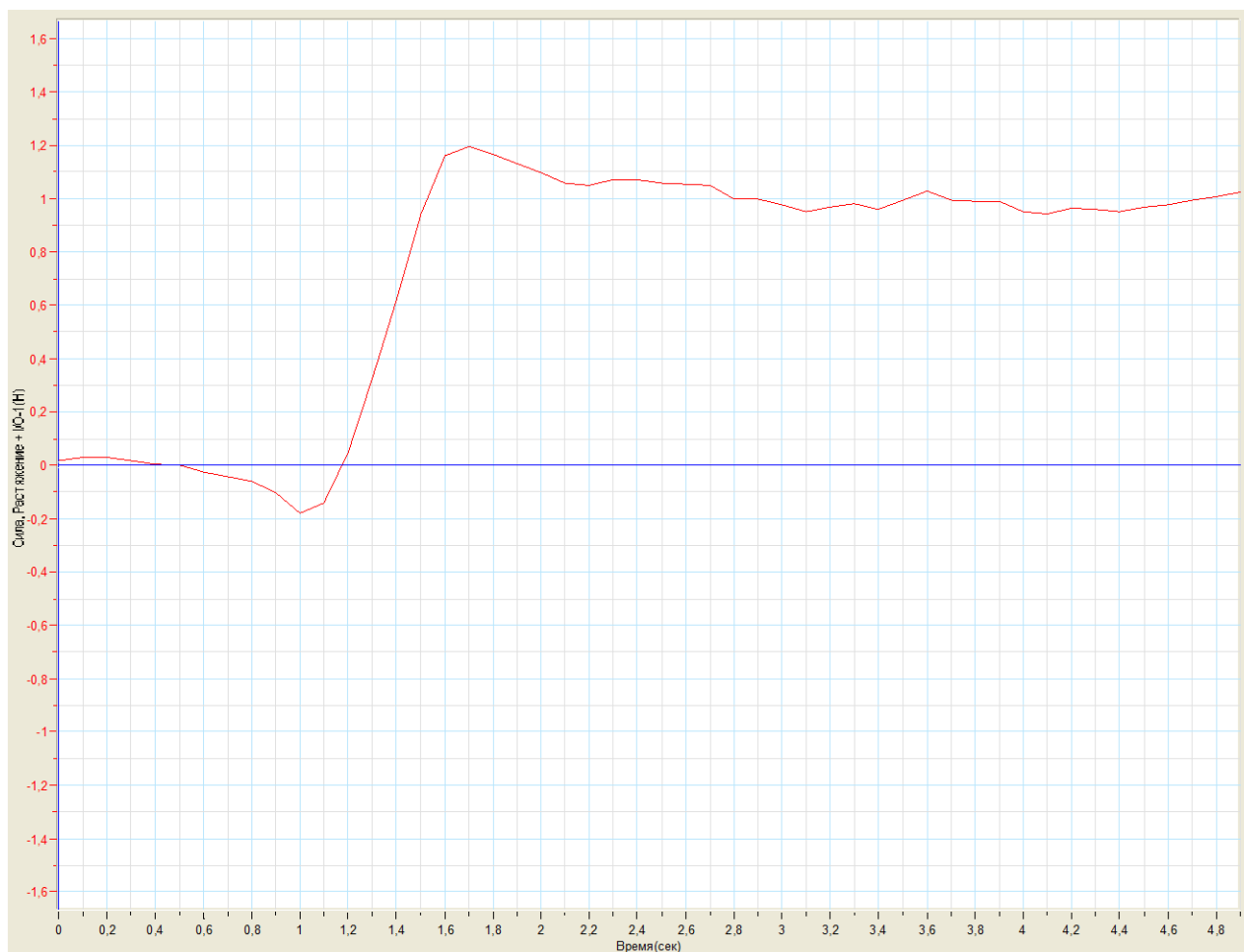
Частота → 10 **замеров в секунду**;

Число замеров → 50. **Время регистрации данных** $50/10=5$ с.

Порядок проведения эксперимента

9. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка);
10. Медленно потяните трибометр (т.к. механическое движение относительно, то движение бруска относительно опоры или трибометра (опоры) относительно бруска для исследования силы трения не имеет значения) и двигайте с постоянной скоростью;
11. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с;
12. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис.2



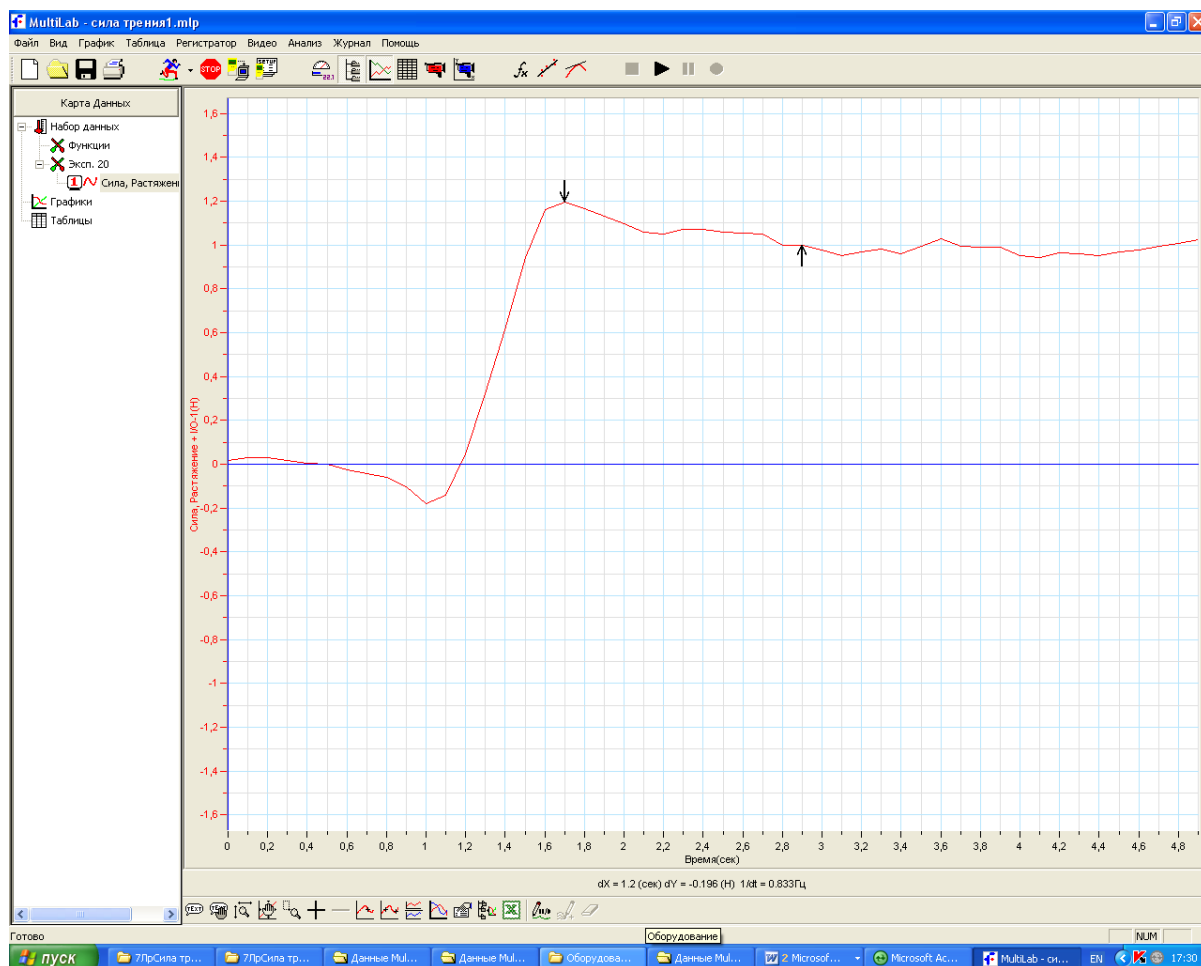
Из графика видно, что сначала, пока брусок не двигался сила трения, сила трения покоя, растет прямо пропорционально силе тяги и достигает max. $\text{Max } F_{\text{тр. покоя}} = \mu_{\text{покоя}} * N$.

Где: $\mu_{\text{покоя}}$ – коэффициент трения покоя, N – сила реакции опоры $= (m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}) * g$.

С началом движения сила трения уменьшается, сила трения покоя переходит в силу трения скольжения, которая постоянна (неровности графика объясняются неоднородностью поверхности) и определяется формулой $F_{\text{тр. скольжения}} = \mu_{\text{скольжения}} * N$. $\text{Max } F_{\text{тр. покоя}} > F_{\text{тр. скольжения}}$.

Подводя **1-й курсор** к точке Max значения силы $F_{\text{тр. покоя}}$, а затем в точку начала графика $F_{\text{тр. скольжения}}$, определяем значение Max значения силы $F_{\text{тр. покоя}}$ и $F_{\text{тр. скольжения}}$. Полученные данные (координаты курсора, появляющиеся на информационной панели в нижней части окна графиков), смотри рис.3, заносим в таблицу 1 и используем для вычисления коэффициента трения.

Рис.3



По формуле $\mu = F_{\text{тр}}/N$ вычисляем значение коэффициента трения.

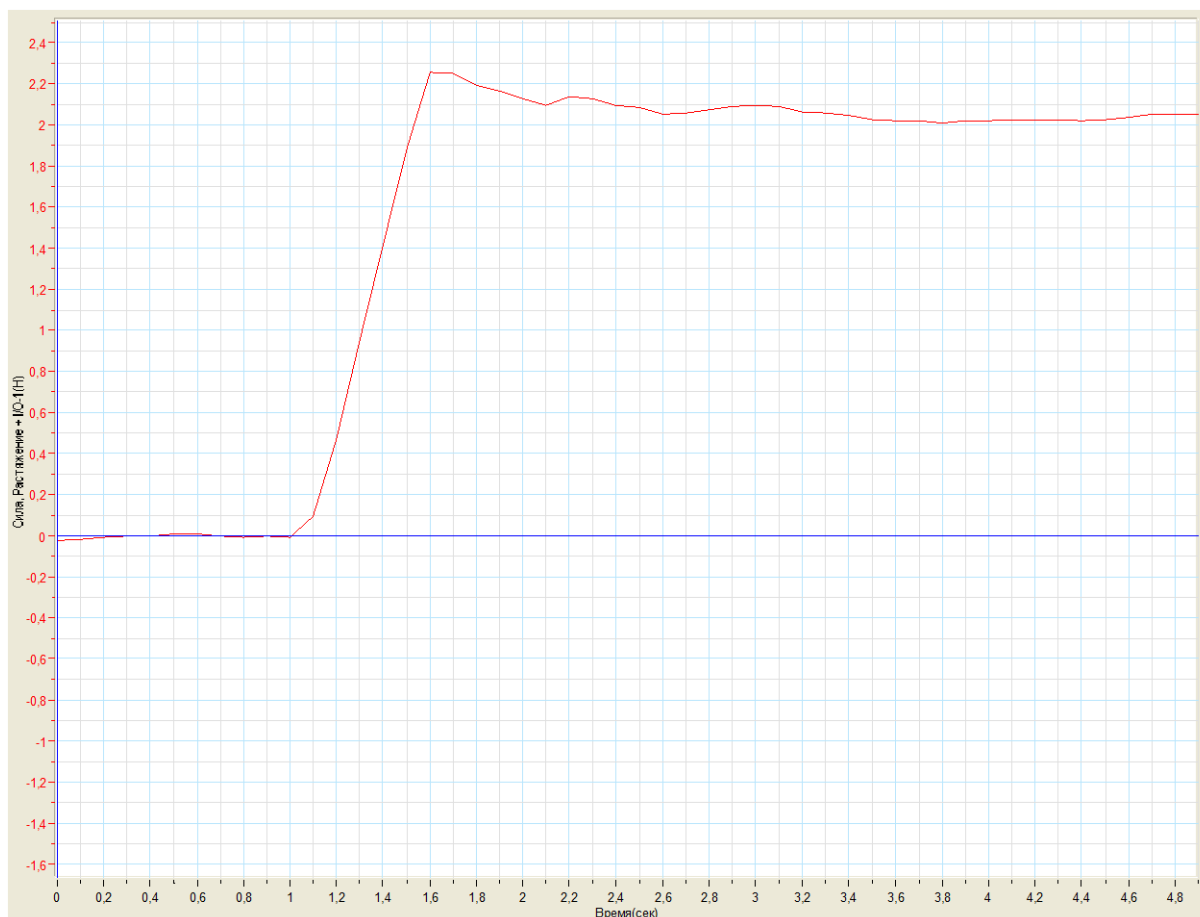
Табл.1

$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}$ (кг)	N (Н)	Max $F_{\text{тр. покоя}}$ (Н)	$F_{\text{тр. скольжения}}$ (Н)	$\mu_{\text{покоя}}$	$\mu_{\text{скольжения}}$

Исследование зависимости силы трения от рода взаимодействующих поверхностей

Ход работы:

Работа проводится по предыдущему описанию. Первая поверхность это поверхность трибометра (измерения и вычисления переносятся из предыдущей работы), вторая – поверхность из бумаги, картона и т.п. закрепленная на трибометре.



Полученные данные заносим в таблицу 2.

Табл.2

	$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}$ (кг)	N (Н)	Max $F_{\text{тр.}}$ покоя (Н)	$F_{\text{тр.}}$ скольжения (Н)	$\mu_{\text{покоя}}$	$\mu_{\text{скольжения}}$
1 поверхность трибометра						
2 поверхность						

Рассмотрите и проанализируйте полученные данные.

Исследование зависимости силы трения от площади взаимодействующих поверхностей

Ход работы:

Работа проводится по первому описанию. Для первой площади измерения и вычисления переносятся из первой работы. Для второго - брусок трибометра переворачивается на другую грань с другой площадью поверхности, и проводятся измерения и вычисления по первому описанию.

Полученные данные заносим в таблицу 3.

Табл.3

	$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}$ (кг)	N (Н)	Max $F_{\text{тр.}}$ покоя (Н)	$F_{\text{тр.}}$ скольжения (Н)	$\mu_{\text{покоя}}$	$\mu_{\text{скольжения}}$
1 поверхность трибометра						
2 поверхность другой грани						

Рассмотрите и проанализируйте полученные данные.

Исследование зависимости силы трения от силы давления.

Ход работы:

Сила давления будет изменяться в следствие изменения веса тела. Вес тела = $(m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}) \cdot g$. Работа проводится по первому описанию. Первые измерения и вычисления переносятся из первой работы. Затем на брусок поочередно устанавливаются грузы по 100г., проводятся измерения и вычисления по описанию. Полученные данные заносим в таблицу 4.

Табл.4

	N (Н)	Max $F_{\text{тр. покоя}}$ (Н)	$F_{\text{тр. скольжения}}$ (Н)	$\mu_{\text{покоя}}$	$\mu_{\text{скольжения}}$
$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}$ (кг)					
$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}} + m_{\text{груза2}}$ (кг)					
$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}} + m_{\text{груза2}} + m_{\text{груза3}}$ (кг)					

Рассмотрите и проанализируйте полученные данные.

Постройте график зависимости $F_{\text{тр. скольжения}}$ от силы давления.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- график исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента

Лабораторная работа №11 «Измерение силы трения и определение коэффициента трения. Исследование зависимости силы трения от: рода взаимодействующих поверхностей; площади взаимодействующих поверхностей; силы давления» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Измерение силы трения и определение коэффициента трения;
- Исследовать зависимость силы трения от рода взаимодействующих поверхностей, площади взаимодействующих поверхностей, силы давления;
- научить измерять величину силы с помощью датчика ЦЛ Архимед, снимать полученные на экране данные с помощью курсора.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик силы, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, трибометр, лист бумаги (для замены поверхности трибометра), тяга, набор грузов на 500г, набор грузов по 100г.

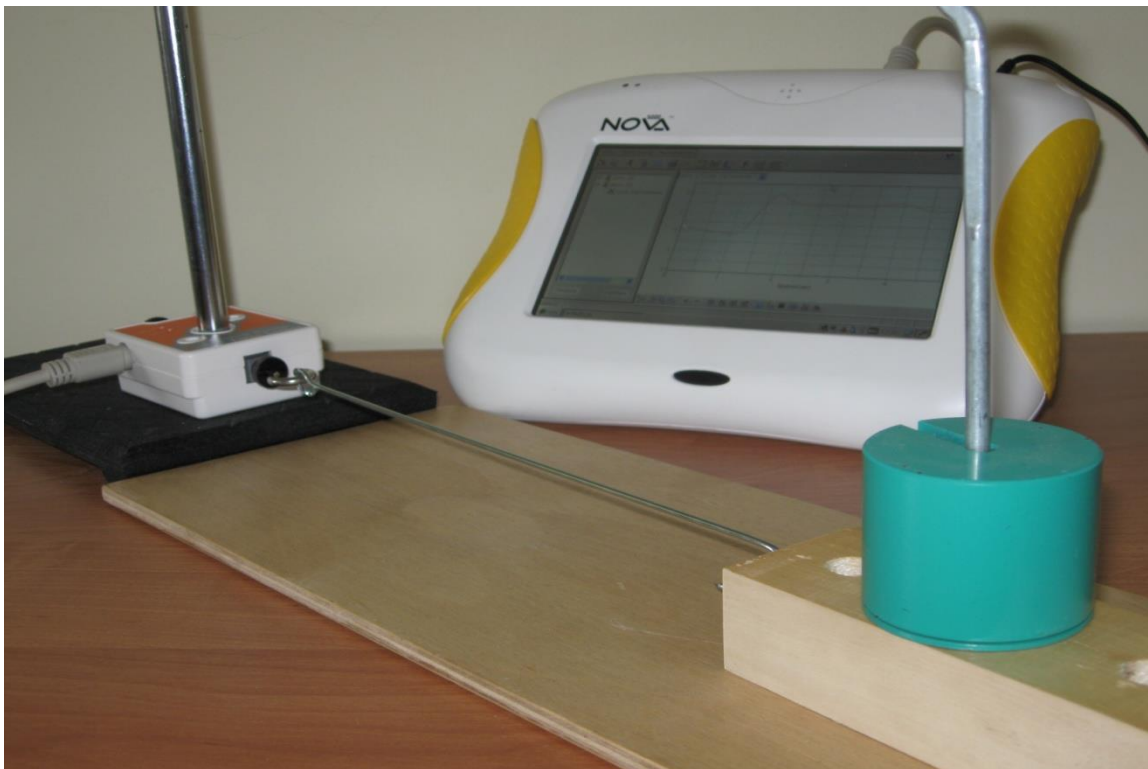
Измерение силы трения и определение коэффициента трения.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис.1.



1. Закрепите датчик силы в штативе. (Калибровка датчика не требуется, параметры калибровки внесены в базу данных программы MultiLab. Чтобы получить более точные результаты измерений, пользуйтесь винтом подстройки для установки нулевого значения перед измерением. Винт расположен на корпусе датчика).
2. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н.
3. Положите трибометр на стол рядом со штативом.
4. Соедините тягой датчик силы с бруском трибометра.
5. Установите на брусок груз массой 550г (груз 500г + подставка для груза 50г)
6. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
7. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
8. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → **установить нуль** → **определить текущее показание как нулевое** → **ОК**.

Усреднение = 5

Частота → **10 замеров в секунду**;

Число замеров → **50**. Время регистрации данных $50/10=5\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

9. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
10. Медленно потяните трибометр (т.к. механическое движение относительно, то движение бруска относительно опоры или трибометра (опоры) относительно бруска для исследования силы трения не имеет значения) и двигайте с постоянной скоростью.
11. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 5с.
12. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Из графика видно, что сначала, пока брусок не двигался, сила трения, сила трения покоя, растет прямо пропорционально силе тяги и достигает max. $\text{Max } F_{\text{тр. покоя}} = \mu_{\text{покоя}} \cdot N$.

Где: $\mu_{\text{покоя}}$ – коэффициент трения покоя, N – сила реакции опоры $= (m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}) \cdot g$.

С началом движения сила трения уменьшается, сила трения покоя переходит в силу трения скольжения, которая постоянна (неровности графика объясняются неоднородностью поверхности) и определяется формулой $F_{\text{тр. скольжения}} = \mu_{\text{скольжения}} \cdot N$. $\text{Max } F_{\text{тр. покоя}} > F_{\text{тр. скольжения}}$.

Подводя **1-й курсор** к точке Max значения силы $F_{\text{тр. покоя}}$, а затем в точку начала графика $F_{\text{тр. скольжения}}$, определяем значение Max значения силы $F_{\text{тр. покоя}}$ и $F_{\text{тр. скольжения}}$. Полученные данные (координаты курсора, появляющиеся на информационной панели в нижней части окна графиков), заносим в таблицу 1 и используем для вычисления коэффициента трения. По формуле $\mu = F_{\text{тр}}/N$ вычисляем значение коэффициента трения.

Табл.1

$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}$ (кг)	N (Н)	Max $F_{\text{тр. покоя}}$ (Н)	$F_{\text{тр. скольжения}}$ (Н)	$\mu_{\text{покоя}}$	$\mu_{\text{скольжения}}$

Исследование зависимости силы трения от рода взаимодействующих поверхностей

Ход работы:

Работа проводится по предыдущему описанию. Первая поверхность это поверхность трибометра (измерения и вычисления переносятся из предыдущей работы), вторая – поверхность из бумаги, картона и т.п. закрепленная на трибометре.

Полученные данные заносим в таблицу 2. Табл.2

	$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}$ (кг)	N (Н)	Max $F_{\text{тр.}}$ покоя (Н)	$F_{\text{тр.}}$ скольжения (Н)	$\mu_{\text{покоя}}$	$\mu_{\text{скольжения}}$
1 поверхность трибометра						
2 поверхность						

Рассмотрите и проанализируйте полученные данные.

Исследование зависимости силы трения от площади взаимодействующих поверхностей

Ход работы:

Работа проводится по первому описанию. Для первой площади измерения и вычисления переносятся из первой работы. Для второго - брусок трибометра переворачивается на другую грань с другой площадью поверхности, и проводятся измерения и вычисления по первому описанию.

Полученные данные заносим в таблицу 3.

Табл.3

	$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}$ (кг)	N (Н)	Max $F_{\text{тр.}}$ покоя (Н)	$F_{\text{тр.}}$ скольжения (Н)	$\mu_{\text{покоя}}$	$\mu_{\text{скольжения}}$
1 поверхность трибометра						
2 поверхность другой грани						

Рассмотрите и проанализируйте полученные данные.

Исследование зависимости силы трения от силы давления.

Ход работы:

Сила давления будет изменяться в следствие изменения веса тела. Вес тела = $(m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}) \cdot g$. Работа проводится по первому описанию. Первые измерения и вычисления переносятся из первой работы. Затем на брусок поочередно устанавливаются грузы по 100г., проводятся измерения и вычисления по описанию. Полученные данные заносим в таблицу 4.

Табл.4

	N (Н)	Max $F_{\text{тр.}}$ покоя (Н)	$F_{\text{тр.}}$ скольжения (Н)	$\mu_{\text{покоя}}$	$\mu_{\text{скольжения}}$
$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}}$ (кг)					
$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}} + m_{\text{груза2}}$ (кг)					
$m_{\text{бруска}} + m_{\text{груза}} + m_{\text{груза2}} + m_{\text{груза3}}$ (кг)					

--	--	--	--	--	--

Рассмотрите и проанализируйте полученные данные.

Постройте график зависимости $F_{\text{тр. скольжения}}$ от силы давления.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- график исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента

Лабораторная работа №12 «Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Убедиться на опыте, что полезная работа, выполненная с помощью наклонной плоскости, меньше полной;
- Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости;
- научиться измерять величину силы с помощью датчиков ЦЛ Архимед, снимать и анализировать полученные на экране данные с помощью курсора.

Оборудование и материалы:

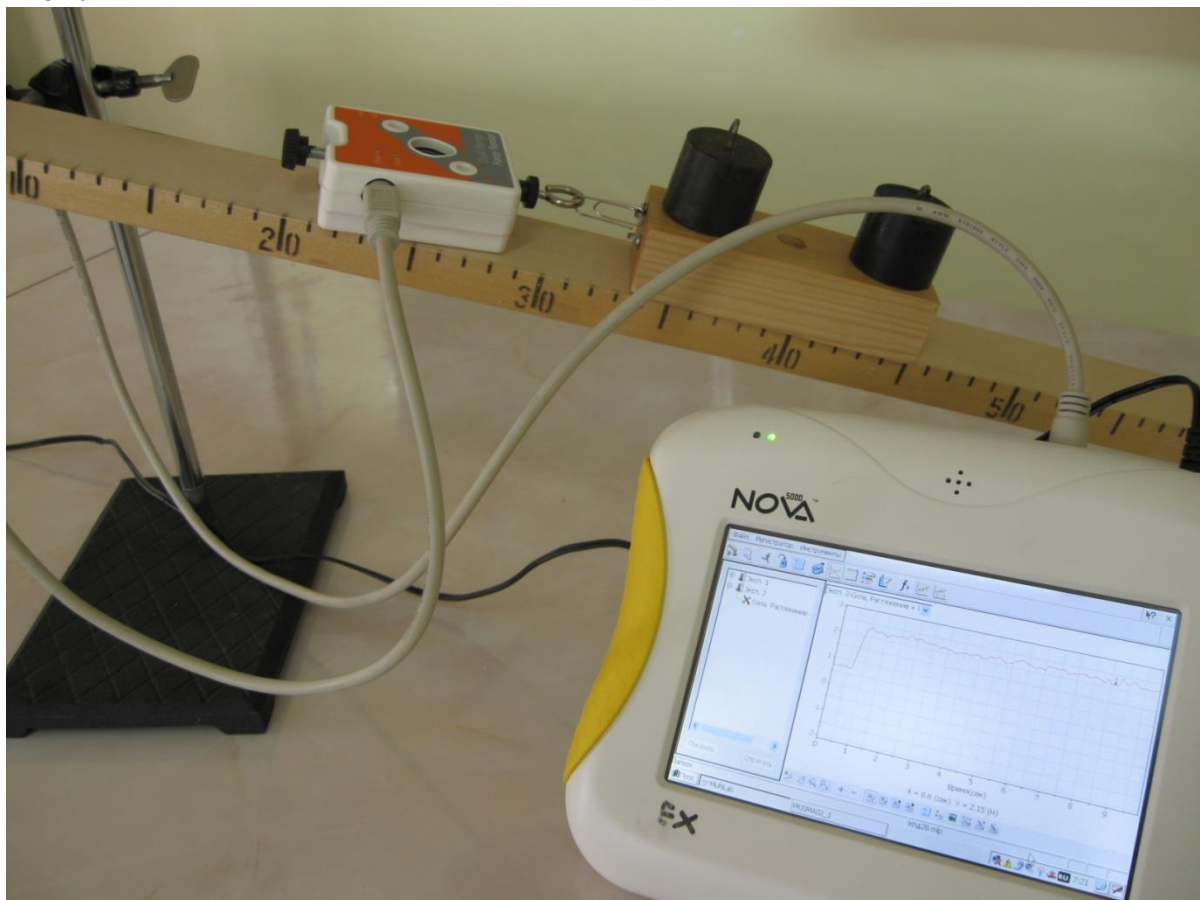
штатив, линейка с ценой деления 1мм и пределом измерения 30см, датчик силы, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, трибометр со шкалой или линейка с пределом измерения 1м, тяга (скрепка), набор грузов по 100г.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис 1.



1. Закрепите трибометр в штативе под углом к поверхности стола (например, под углом 15° - 20° , в нашем случае высота поднятия нижней части бруска при его движении по трибометру = 20см).
2. Установите брусок на трибометр, положите на него груз массой 200г (300 или 100г;
3. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н;
4. Соедините тягой датчик силы с бруском трибометра;
5. Подключите датчик силы к первому порту Nova5000;
6. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
7. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Установите нуль для датчика. **Свойства датчика** → **установить нуль** → **определить текущее показание как нулевое** → **ОК**.

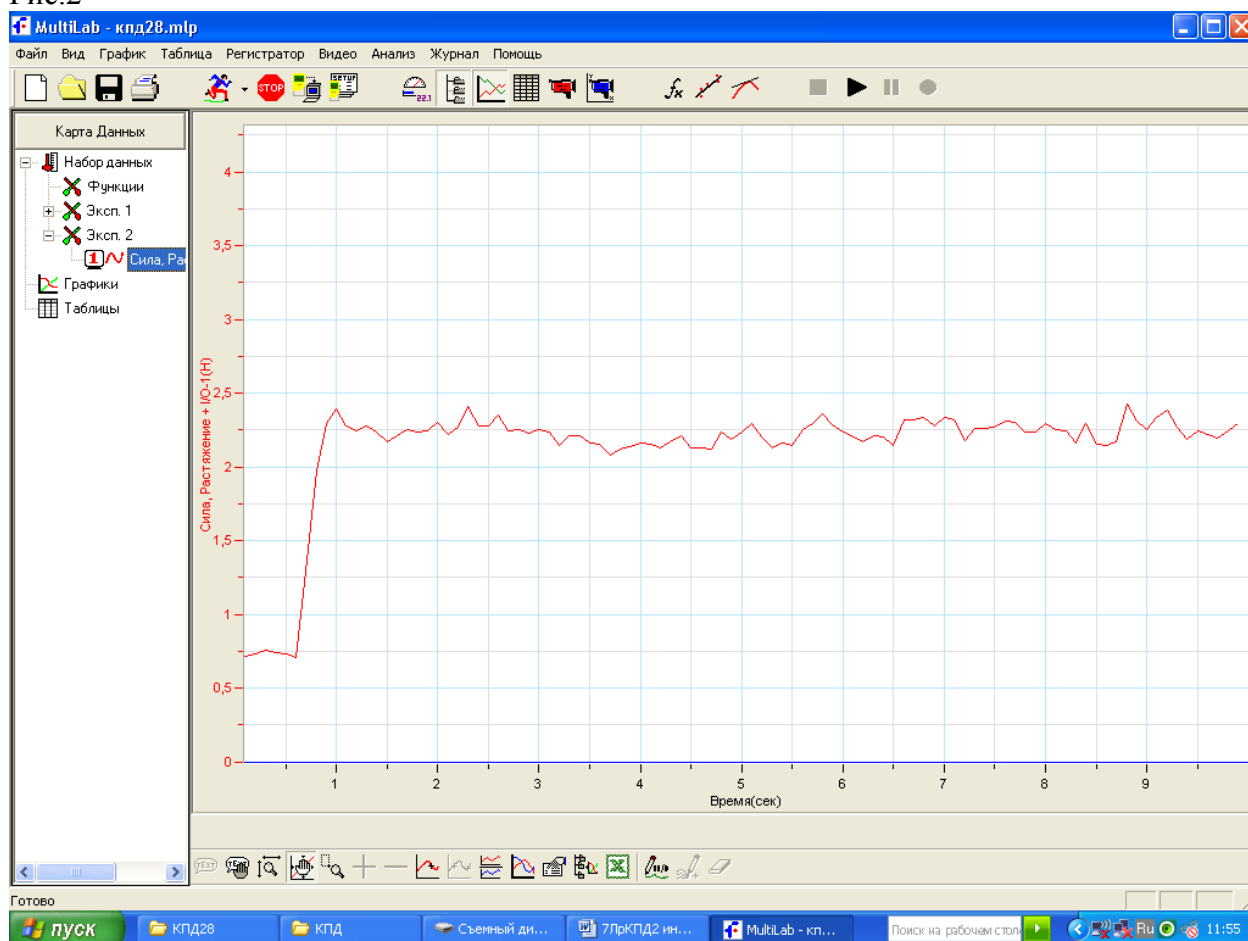
Частота → **10 замеров в секунду**;

Число замеров → **100**. Время регистрации данных $100/10=10$ с.

Порядок проведения эксперимента

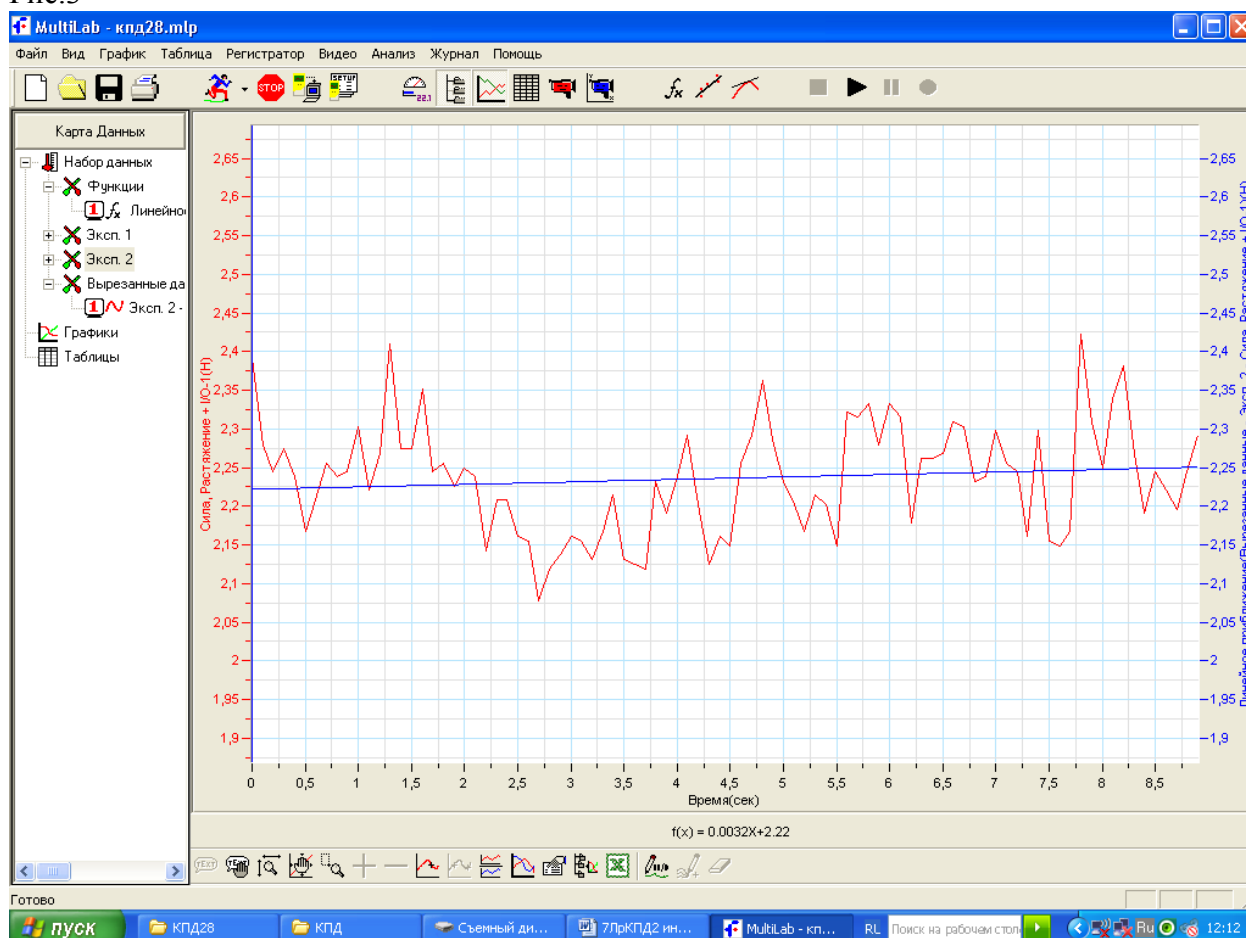
8. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка);
9. Медленно потяните за датчик силы и двигайте брусок с постоянной скоростью;
10. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 10с;
11. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис.2



12. Устанавливаем 1-й курсор на начало движения (в нашем случае $t=1\text{с}$), второй курсор в конец движения ($t=10\text{с}$), **график, отрезать, анализ, линейное приближение** (рис.3).

Рис.3



13. Из линейного приближения находим среднее значение силы тяги (в нашем случае начало графика линейного приближения = 2,22Н, конечное значение = 2,25Н, считая среднее значение получаем $F_{\text{ср}} = 2,235\text{Н}$)
14. Определите с помощью линейки пройденный бруском путь (S), измеряя его от начала или конца бруска (в нашем случае $S = 60\text{см}$).
15. Занесите все данные в таблицу (табл.1),
16. Рассчитайте затраченную работу $A_{\text{зат}} = F_{\text{ср}} * S$ и полезную $A_{\text{пол}} = m_{\text{об}} * g * h$
17. Рассчитайте по формуле КПД наклонной плоскости. $\text{КПД} = A_{\text{пол}} / A_{\text{зат}}$

$m_{\text{об}}, \text{кг}$	$h, \text{м}$	$S, \text{м}$	$F, \text{Н}$	$A_{\text{зат}} \text{ Дж}$	$A_{\text{пол}} \text{ Дж}$	КПД
0,25	0,2	0,6	2,2	1,32	0,49	0,37

Отчет по лабораторной работе в электронном виде должен содержать.

- Файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- Таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- График исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №12 «Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Убедиться на опыте, что полезная работа, выполненная с помощью наклонной плоскости, меньше полной;
- Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости;
- Научиться измерять величину силы с помощью датчиков ЦЛ Архимед, снимать и анализировать полученные на экране данные с помощью курсора.

Оборудование и материалы:

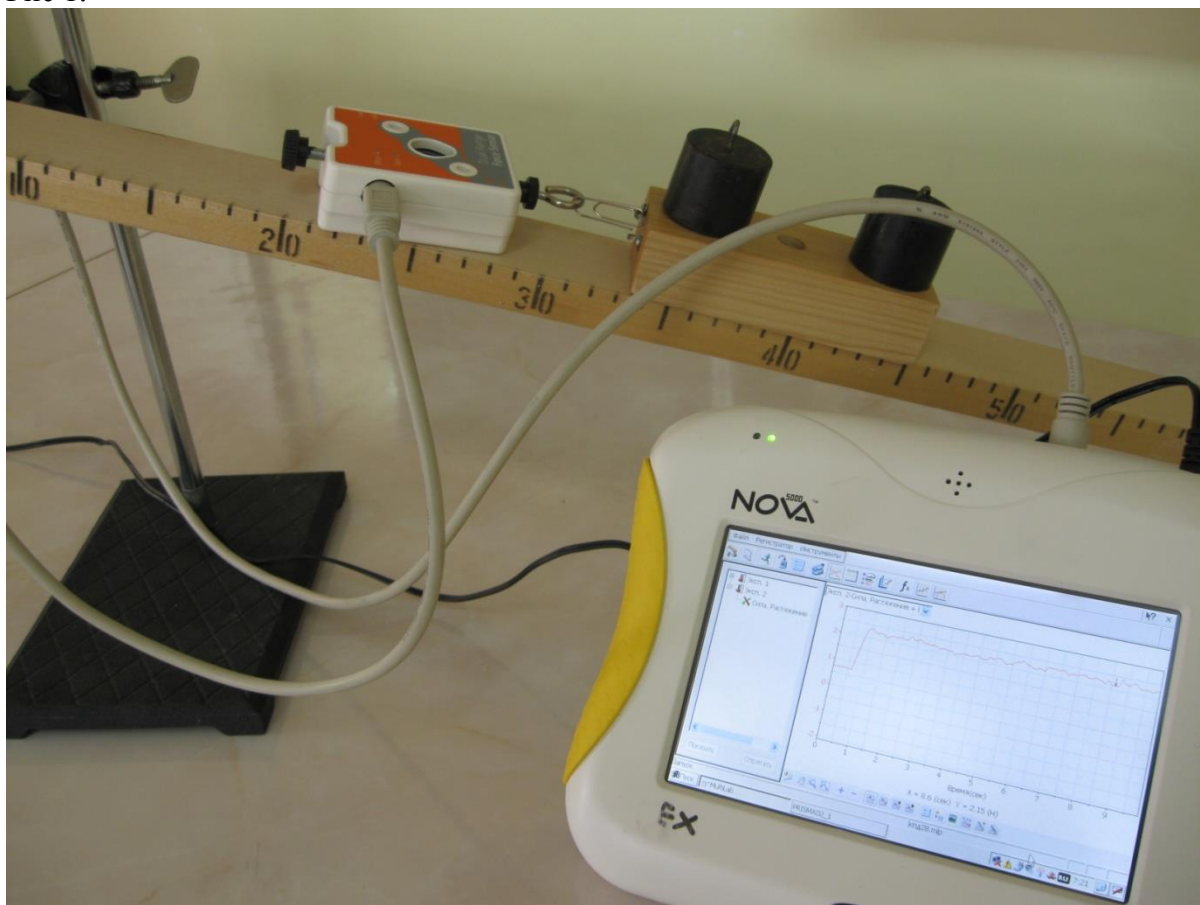
штатив, линейка с ценой деления 1мм и пределом измерения 30см, датчик силы, Nova5000, брусок от трибометра массой 50г, трибометр со шкалой или линейка с пределом измерения 1м, тяга (скрепка), набор грузов по 100г.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Соберите оборудование в соответствии с рис 1.

Рис 1.



1. Закрепите трибометр в штативе под углом к поверхности стола (например, под углом 15° - 20° , в нашем случае высота поднятия нижней части бруска при его движении по трибометру = 20см).

2. Установите брусок на трибометр, положите на него груз массой 200г (300 или 100г).
3. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н.
4. Соедините тросом датчик силы с бруском трибометра.
5. Подключите датчик силы к первому порту Nova5000.
6. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
7. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Установите нуль для датчика. **Свойства датчика** → **установить нуль** → **определить текущее показание как нулевое** → **ОК**.

Частота → **10 замеров в секунду**;

Число замеров → **100**. Время регистрации данных $100/10=10\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

8. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
9. Медленно потяните за датчик силы и двигайте брусок с постоянной скоростью.
10. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 10с.
11. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график
12. Устанавливаем 1-й курсор на начало движения (в нашем случае $t=1\text{с}$), второй курсор в конец движения ($t=10\text{с}$), **график, отрезать, анализ, линейное приближение**.
13. Из линейного приближения находим среднее значение силы тяги (в нашем случае начало графика линейного приближения = 2,22Н, конечное значение = 2,25Н, считая среднее значение получаем $F_{\text{ср}} = 2,235\text{Н}$).
14. Определите с помощью линейки пройденный бруском путь (S), измеряя его от начала или конца бруска (в нашем случае $S = 60\text{см}$).
15. Занесите все данные в таблицу (табл.1).
16. Рассчитайте затраченную работу $A_{\text{зат}} = F_{\text{ср}} \cdot S$ и полезную $A_{\text{пол}} = m_{\text{об}} \cdot g \cdot h$.
17. Рассчитайте по формуле КПД наклонной плоскости. $\text{КПД} = A_{\text{пол}} / A_{\text{зат}}$.

$m_{\text{об}}, \text{кг}$	$h, \text{м}$	$S, \text{м}$	$F, \text{Н}$	$A_{\text{зат}}, \text{Дж}$	$A_{\text{пол}}, \text{Дж}$	КПД
0,25	0,2	0,6	2,2	1,32	0,49	0,37

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- Файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- Таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- График исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 13 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине с помощью датчика силы ЦЛ. Построение графика пути от времени. Измерение периода механических колебаний при движении тела в вертикальной плоскости» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать движение тела, подвешенного на пружине с помощью датчика силы ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- с помощью 2-х курсоров найти период механических колебаний тела.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик силы, Nova5000, пружина из набора «пружины с различной жесткостью», тело из набора к электрометру или груз массой 100-200 г.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.



1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Закрепите датчик силы в штативе. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н (в зависимости от массы груза выберете диапазон 10Н или 50Н).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Подвесьте груз на пружине на крючок датчика силы.
5. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
6. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений для построения графика средствами регистратора Nova5000

Свойства датчика → установить ноль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

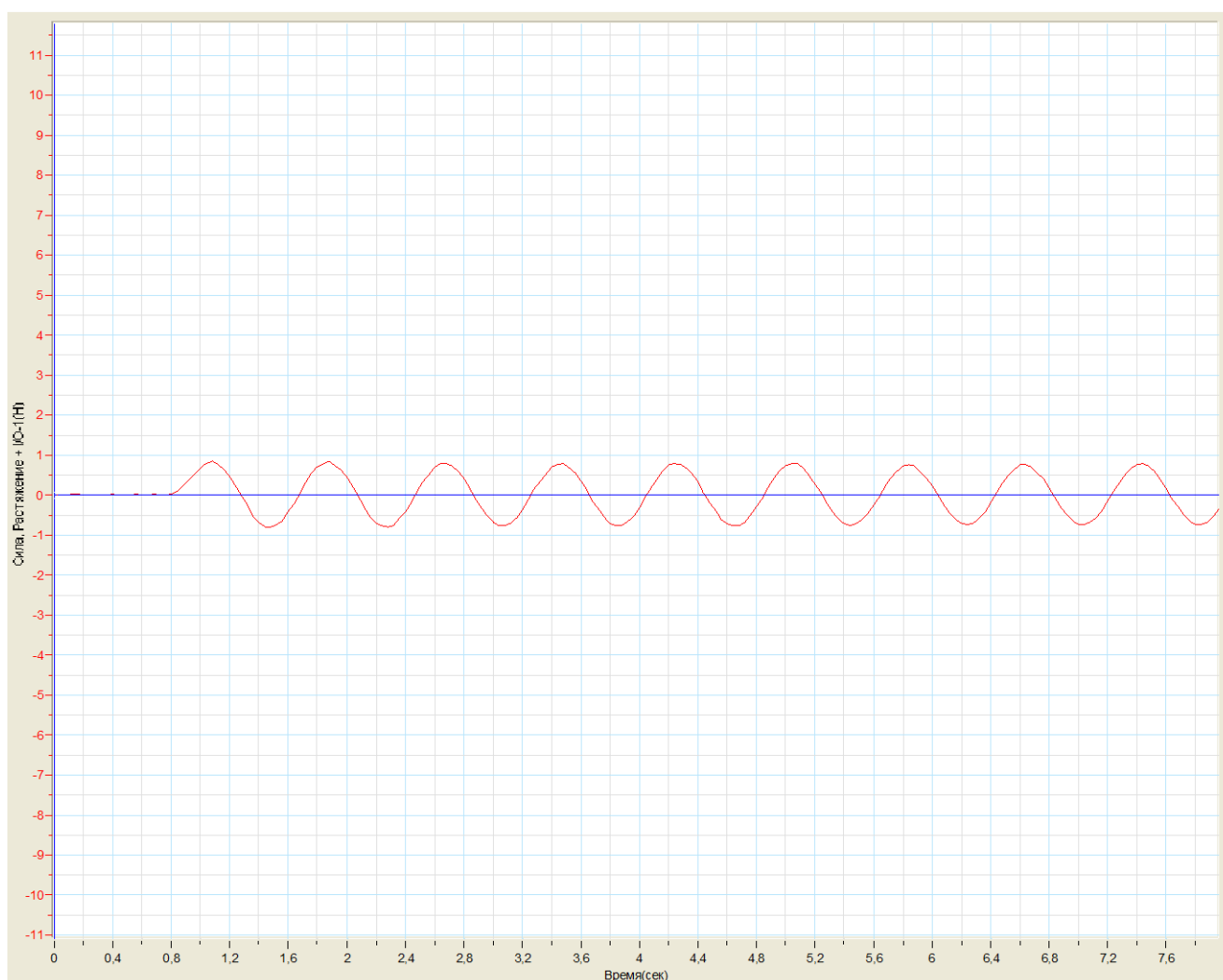
Частота → 25 замеров в секунду;

Число замеров → 200; Время регистрации данных $200/25=8\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

7. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
8. Сместите груз, задав первоначальное смещение, наблюдайте за его движением и появляющимся на экране регистратора графиком.
9. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 8с.
10. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис. 2



На графике пути от времени наблюдается периодичность в движении тела. Такое движение называется колебательным, а минимальное время, через которое движение повторяется- называется периодом колебаний.

Нахождение периода механических колебаний движения тела.

11. Подведите 1-й курсор к точке на графике с наибольшим (наименьшим) отклонением тела с соответствующим временем измерений. (Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике. Подведите 2-й курсор к точке на графике с наибольшим (наименьшим) отклонением тела, ближайшей к первой, с соответствующим следующим временем измерений. При этом разница координат курсоров, появляющихся на информационной панели нижней части окна графиков, по оси путь будет равна нулю, а по оси времени будет равна минимальному промежутку времени, через которое движение повторится, т.е. – периоду. Полученные данные (смотри рис.3), запишите в таблицу 1.

Рис.3

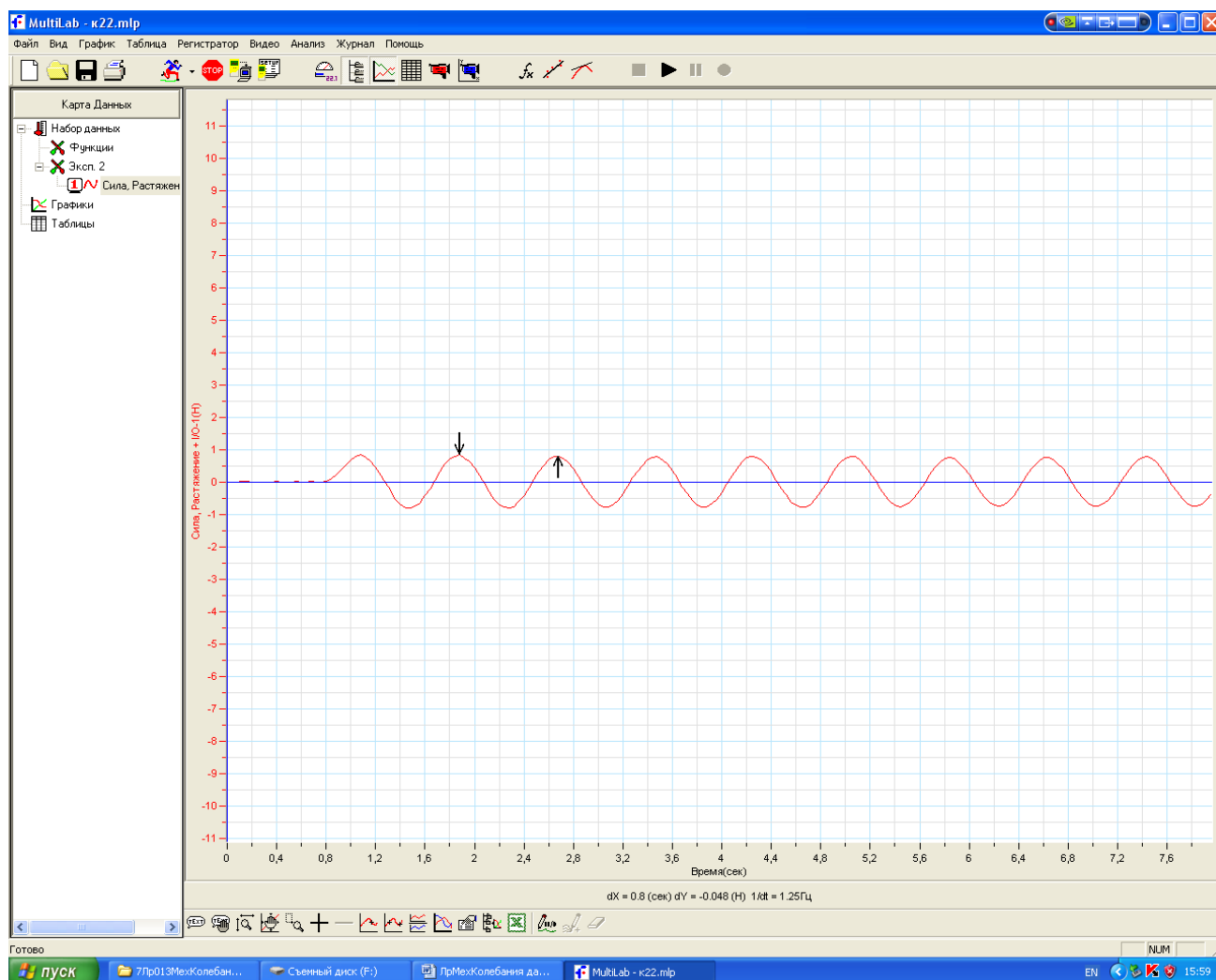


Табл. 1.

расстояние (м)	промежуток времени (с)

Отчет по лабораторной работе в электронном виде
должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;

- таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 13 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине с помощью датчика силы ЦЛ. Построение графика пути от времени. Измерение периода механических колебаний при движении тела в вертикальной плоскости» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- исследовать движение тела подвешенного на пружине с помощью датчика силы ЦЛ;
- построение графика пути от времени средствами программы MultiLab;
- с помощью 2-х курсоров найти период механических колебаний тела.

Оборудование и материалы:

штатив, датчик силы, Nova5000, пружина из набора «пружины с различной жесткостью», тело из набора к электрометру или груз массой 100-200 .

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.



1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
2. Закрепите датчик силы в штативе. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н (в зависимости от массы груза выберете диапазон 10Н или 50Н).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000
4. Подвесьте груз на пружине на крючок датчика силы.
5. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
6. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений для построения графика средствами регистратора Nova5000

Свойства датчика → установить ноль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

Частота → 25 замеров в секунду;

Число замеров → 200; Время регистрации данных $200/25=8\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

7. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
8. Сместите груз, задав первоначальное смещение, наблюдайте за его движением и появляющимся на экране регистратора графиком.
9. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 10с.
10. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

На графике пути от времени наблюдается периодичность в движении тела. Такое движение называется колебательным, а минимальное время, через которое движение повторяется- называется периодом колебаний.

Нахождение периода механических колебаний движения тела.

11. Подведите 1-й курсор к точке на графике с наибольшим (наименьшим) отклонением тела с соответствующим временем измерений. (Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике. Подведите 2-й курсор к точке на графике с наибольшим (наименьшим) отклонением тела, ближайшей к первой, с соответствующим следующим временем измерений. При этом разница координат курсоров, появляющихся на информационной панели нижней части окна графиков, по оси путь будет равна нулю, а по оси времени будет равна минимальному промежутку времени, через которое движение повторится, т.е. – периоду. Полученные данные, запишите в таблицу 1.

Табл. 1.

расстояние (м)	промежуток времени (с)

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать.

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- таблицы с данными, показывающими количественные результаты измерений;
- графики исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа 14 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния и датчика силы ЦЛ. Построение графиков смещения и силы от времени» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать движение тела, подвешенного на пружине, с помощью двух датчиков - датчика расстояния и датчика силы ЦЛ;
- построение графика смещения и силы от времени средствами программы MultiLab;
- научиться получать данные с помощью двух датчиков

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, датчик силы, Nova5000, пружина из набора «пружины с различной жесткостью», тело из набора к электрометру или груз массой 100-200г с картонкой-экраном размером 10*10см.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
2. Закрепите датчик силы в штативе. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н.
(в зависимости от массы груза выберите диапазон 10Н или 50Н).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
4. Подвесьте пружину на крючок датчика силы, на пружине закрепите груз с экраном.
5. Закрепите датчик расстояния в штативе. Установите его непосредственно под грузом. Груз, пружина и датчик должны находиться на одной вертикальной оси.
6. Подключите датчик ко второму порту датчиков Nova5000.
7. Отрегулируйте штатив так, чтобы при движении груза расстояние между ним и датчиком расстояния было не меньше 20 – 40см от датчика.
8. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** →



- Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
9. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений для построения графика средствами регистратора Nova5000

Для датчика силы и расстояния

Свойства датчика → расстояние – приближение, сила – растяжение.

Свойства датчика → установить нуль → определить текущее показание как нулевое → ОК.

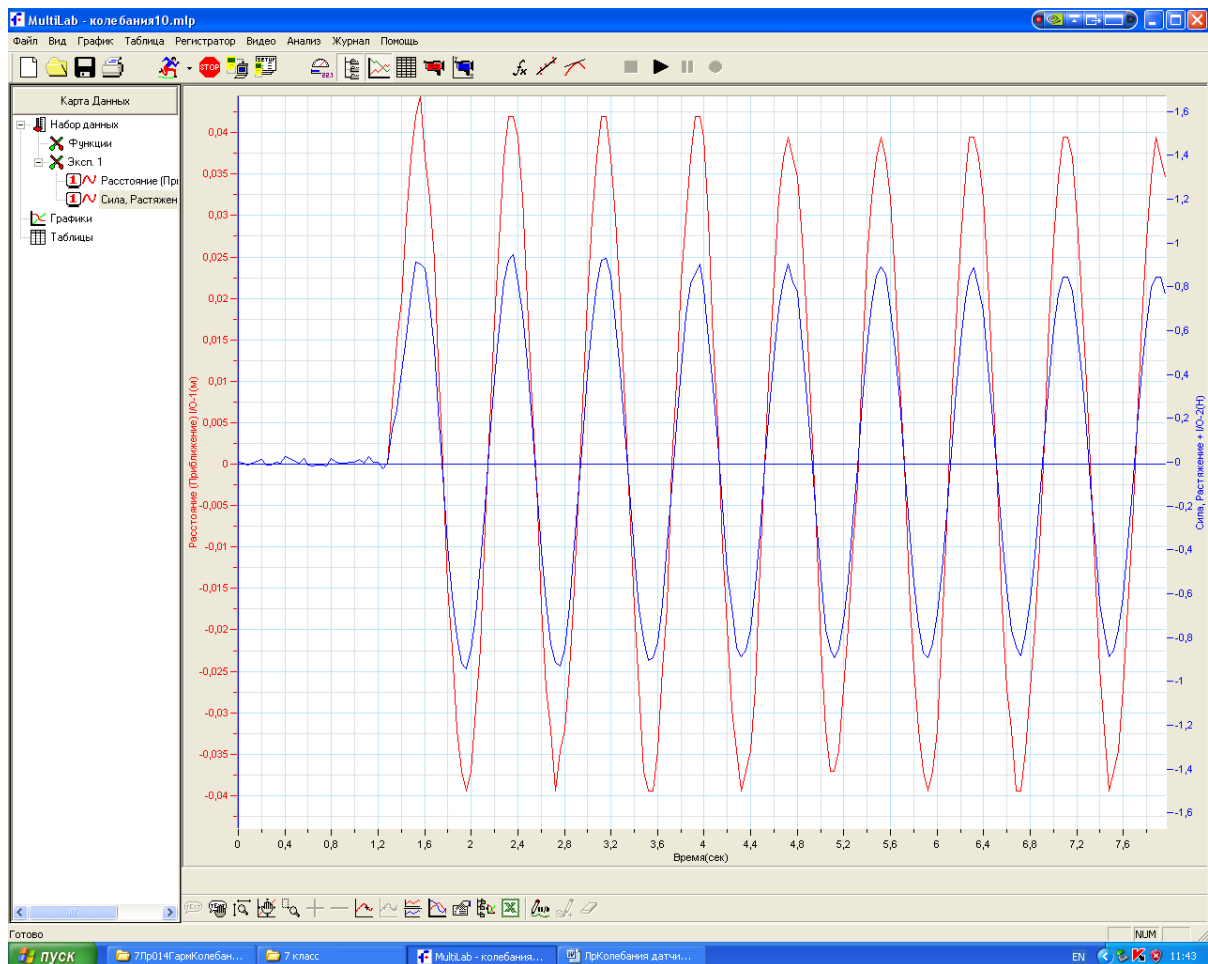
Частота → 25 замеров в секунду;

Число замеров → 200; Время регистрации данных $200/25=8\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

8. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
9. Сместите груз, задав первоначальное смещение, наблюдайте за его движением и появляющимся на экране регистратора графиком.
10. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 8с.
11. Изменяем масштаб графика расстояния и переносим график к началу графика силы.
12. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис. 2).

Рис. 2



На графиках смещения и силы от времени наблюдается периодичность в движении тела. Такое движение называется колебательным (минимальное время, через которое движение повторяется- называется периодом колебаний). Сравнивая графики, видим, что смещение и сила изменяются со временем одинаково.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде должен содержать:

- Файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- Графики исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа 14 «Исследование движения тела, подвешенного на пружине, с помощью датчика расстояния и датчика силы ЦЛ. Построение графиков смещения и силы от времени.» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- исследовать движение тела, подвешенного на пружине, с помощью двух датчиков - датчика расстояния и датчика силы ЦЛ;
- построение графика смещения и силы от времени средствами программы MultiLab;
- научиться получать данные с помощью двух датчиков

Оборудование и материалы:

штатив, датчик расстояния, датчик силы, Nova5000, пружина из набора «пружины с различной жесткостью», тело из набора к электрометру или груз массой 100-200г с картонкой-экраном размером 10*10см.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки:

Рис.1.



1. Соберите оборудование в соответствии с рис 1.
2. Закрепите датчик силы в штативе. Установите переключатель на датчике силы в положение 10Н (в зависимости от массы груза выберите диапазон 10Н или 50Н).
3. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000
4. Подвесьте пружину на крючок датчика силы, на пружине закрепите груз с экраном.
5. Закрепите датчик расстояния в штативе. Установите его непосредственно под грузом. Груз, пружина и датчик должны находиться на одной вертикальной оси.
6. Подключите датчик ко второму порту датчиков Nova5000.
7. Отрегулируйте штатив так, чтобы при движении груза расстояние между ним и датчиком расстояния было не меньше 20 – 40см от датчика.
8. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
9. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений для построения графика средствами регистратора Nova5000

Для датчика силы и расстояния

Свойства датчика → **расстояние** – **приближение**, **сила** – **растяжение**.

Свойства датчика → **установить нуль** → **определить текущее показание как нулевое** → **ОК**.

Частота → **25 замеров в секунду**;

Число замеров → **200**; **Время регистрации данных** $200/10=8\text{с}$.

Порядок проведения эксперимента

10. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
11. Сместите груз, задав первоначальное смещение, наблюдайте за его движением и появляющимся на экране регистратора графиком.
12. Остановите регистрацию, нажав кнопку **Стоп**, или она прекратится автоматически по истечении 8с.
13. Изменяем масштаб графика расстояния и переносим график к началу графика силы.

14. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

На графиках смещения и силы от времени наблюдается периодичность в движении тела. Такое движение называется колебательным (минимальное время, через которое движение повторяется- называется периодом колебаний). Сравнивая графики, видим, что смещение и сила изменяются со временем одинаково.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- Файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- Графики исследуемого процесса;
- Анализ и выводы результатов эксперимента.

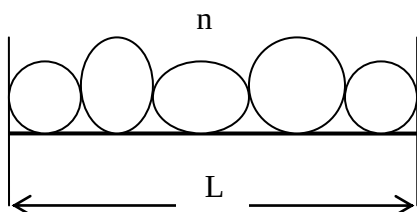
Приложение 1. Лабораторная работа № 15 «Измерение размеров малых тел»

Цель работы: научиться измерять размеры мелких тел с помощью рядов и с помощью цифрового микроскопа.

Оборудование: линейка (10 – 15 см) с мм-и делениями, булавка, карандаш, микроскоп Digital Blue, программное обеспечение Digital Blue, набор мелких тел (манная крупа, пшено, кристаллики сахарного песка или поваренной соли крупного помола, нитки)

Ход работы:

1. Выстройте вплотную к линейке ряд зерен крупы (5 – 10 шт).
Для передвижения и подсчета зерен используйте булавку.
2. Измерьте длину ряда L и подсчитайте количество зерен в ряду n .
3. Вычислите средний размер d зерна по формуле $d = L / n$



4. Запишите полученные данные в таблицу.

Название измеряемого тела	число зерен	длина ряда	средний размер тела с помощью метода рядов	средний размер тела с помощью микроскопа

5. Подключите микроскоп Digital Blue к компьютеру, соединив кабель микроскопа с USB-портом компьютера, запустите программу двойным щелчком на пиктограмме QX5 или из меню Пуск Windows.
6. Вращая кольцо регулировки кратности увеличения изображения, установите кратность 10х-.
7. На предметном столике выстройте вплотную к встроенной горизонтальной линейке ряд зерен крупы (5 – 10 шт).
8. Выполните пункты 2 – 4.
9. Сделайте вывод: Сравните полученные результаты размеров тел с помощью метода рядов и с помощью микроскопа.

Если есть время, то:

1. Намотайте на карандаш несколько витков (5 – 10) нитки и измерьте с помощью линейки длину ряда L
2. Подсчитайте количество витков n .
3. Вычислите средний диаметр d нитки по формуле $d = L / n$

Если интересно, то:

1. Зафиксируйте линейку на предметном столике держателем микроскопа так, чтобы она была видна на экране компьютера и отрегулируйте изображение с помощью рукоятки фокусировки так, чтобы оно было наиболее четким.

2. *проделайте работу согласно п1- 3.*
3. *Сфотографируйте полученное вами изображение и сохраните его в своей папке.*

Лабораторные работы по теме «Тепловые явления»

Лабораторная работа № 1 «Исследование зависимости температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времени нагревания)» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Исследовать зависимость температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времен нагревания), с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, электроплитка 42В, штатив, датчик температуры, Nova5000.

Ход работы:

- **Монтаж экспериментальной установки**
для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



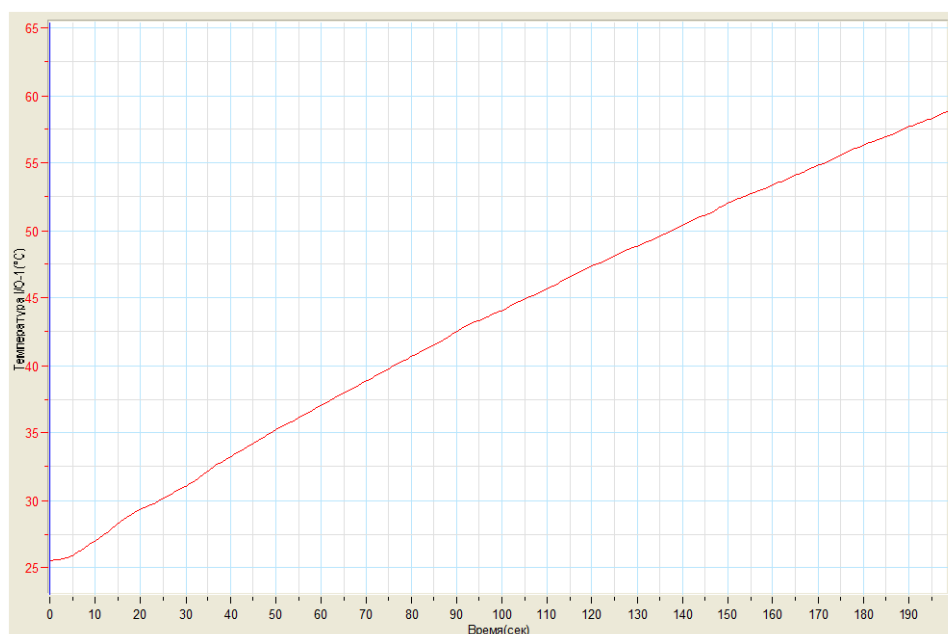
Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте воды в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана).
4. Закрепите датчик температуры в штативе.
5. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
6. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
7. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → Настройка
8. **Настройка параметров измерений**
Свойства датчика → Частота → каждую секунду
Число замеров → 200
Время эксперимента 3мин 20секунд
9. Опустите датчик в воду полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.

Порядок проведения эксперимента

4. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
5. Показания датчика будут отражаться на экране.
6. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
7. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

Рис.2



Анализ результатов эксперимента

8. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
9. Подведите 2-й курсор к точке на графике, соответствующей окончанию эксперимента.
10. Если необходимо выполните **График** → **отрезать**.
11. **Анализ** → **Линейное приближение**. В окне графика появится аппроксимация выбранного участка графика (смотри рис.3).

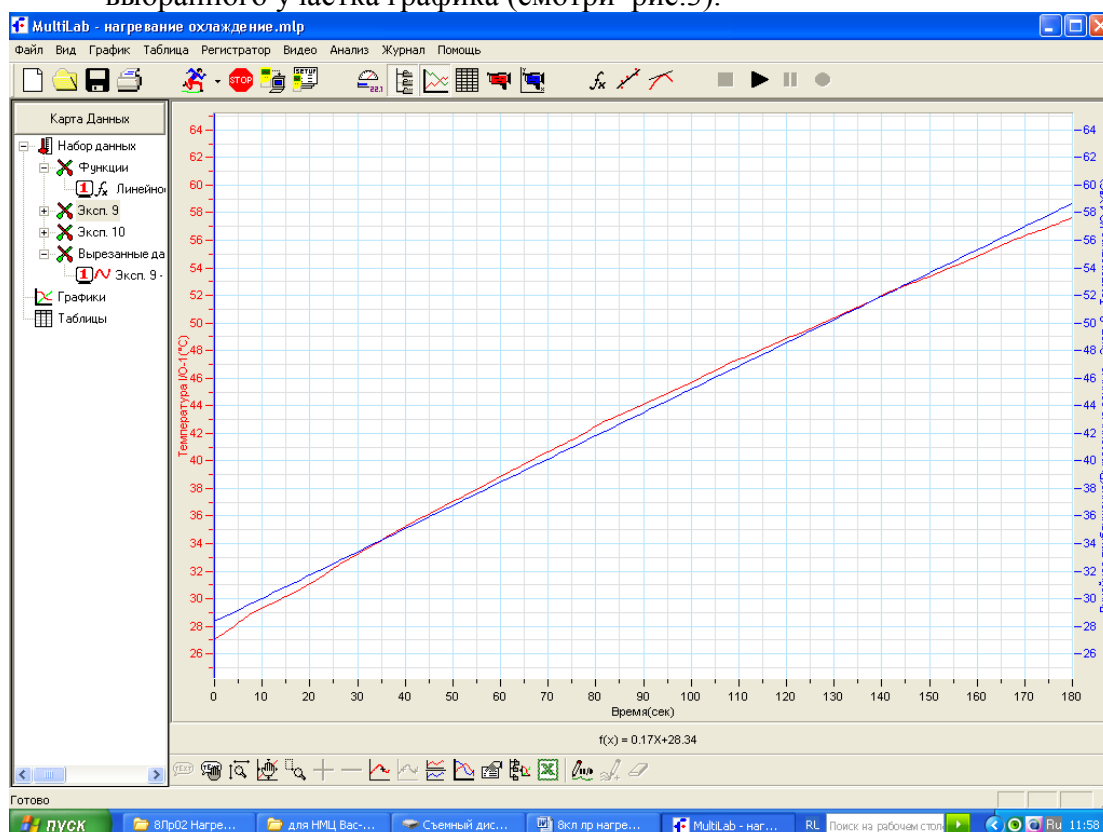


Рис.3

12. Почти полное совпадение экспериментального графика с линейным приближением доказывает, что зависимость температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времени нагревания), носит прямо пропорциональный характер, что и отражается в формуле количества теплоты $Q = cm \Delta t^0$.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 1 «Исследование зависимости температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времени нагревания)» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Исследовать зависимость температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времени нагревания), с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.
-

Оборудование и материалы:

Алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, электроплитка 42В, штатив, датчик температуры, Nova5000.

Ход работы:

- **Монтаж экспериментальной установки**
для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В;
3. Налейте воды в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана).
4. Закрепите датчик температуры в штативе.
5. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
6. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
7. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → Настройка
8. **Настройка параметров измерений**
Свойства датчика → Частота → каждую секунду
Число замеров → 200
Время эксперимента 3мин 20секунд
9. Опустите датчик в воду полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.

Порядок проведения эксперимента

10. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
12. Показания датчика будут отражаться на экране.
13. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
14. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

15. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
16. Подведите 2-й курсор к точке на графике, соответствующей окончанию эксперимента.
17. Если необходимо выполните **График → отрезать**.

Анализ → Линейное приближение.

В окне графика появится аппроксимация выбранного участка графика.

18. Почти полное совпадение экспериментального графика с линейным приближением доказывает, что зависимость температуры тела от количества теплоты, переданного ему нагревателем (от времени нагревания), носит прямо пропорциональный характер, что и отражается в формуле количества теплоты $Q = cm \Delta t^0$.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №2 «Исследование зависимости температуры тела от времени охлаждения (от количества теплоты, переданного охладителю)» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Исследовать зависимость температуры тела от времени охлаждения (от количества теплоты, переданного охладителю) с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, электроплитка 42В, штатив, охладитель (основание универсального штатива), датчик температуры, Nova5000.

Ход работы:

- **Монтаж экспериментальной установки**
для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



Рис.1.

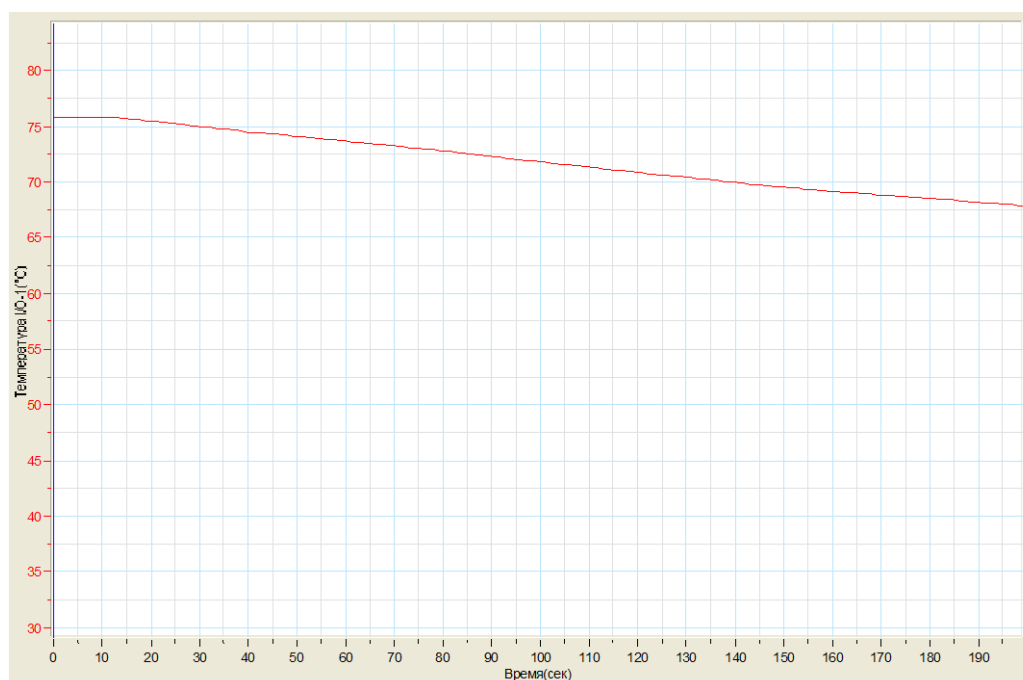
1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте воды в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана) и поставьте его нагреваться на электроплитку.
4. Закрепите датчик температуры в штативе.
5. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
6. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
7. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → **Настройка**
8. **Настройка параметров измерений**
Свойства датчика → **Частота** → **ежесекундно**
Число замеров → **200**
Время эксперимента **3мин 20секунд**
9. Отключите электроплитку, снимите стакан с водой с электроплитки и поставьте его на основание универсального штатива.

10. Опустите датчик в воду полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
12. Показания датчика будут отражаться на экране.

13. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
 14. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).
- Рис.2



Анализ результатов эксперимента

15. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую началу охлаждения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
16. Подведите 2-й курсор к точке на графике, соответствующей окончанию эксперимента.
17. Если необходимо выполните **График → отрезать**.
18. **Анализ → Линейное приближение**. В окне графика появится аппроксимация выбранного участка графика (смотри рис.3).

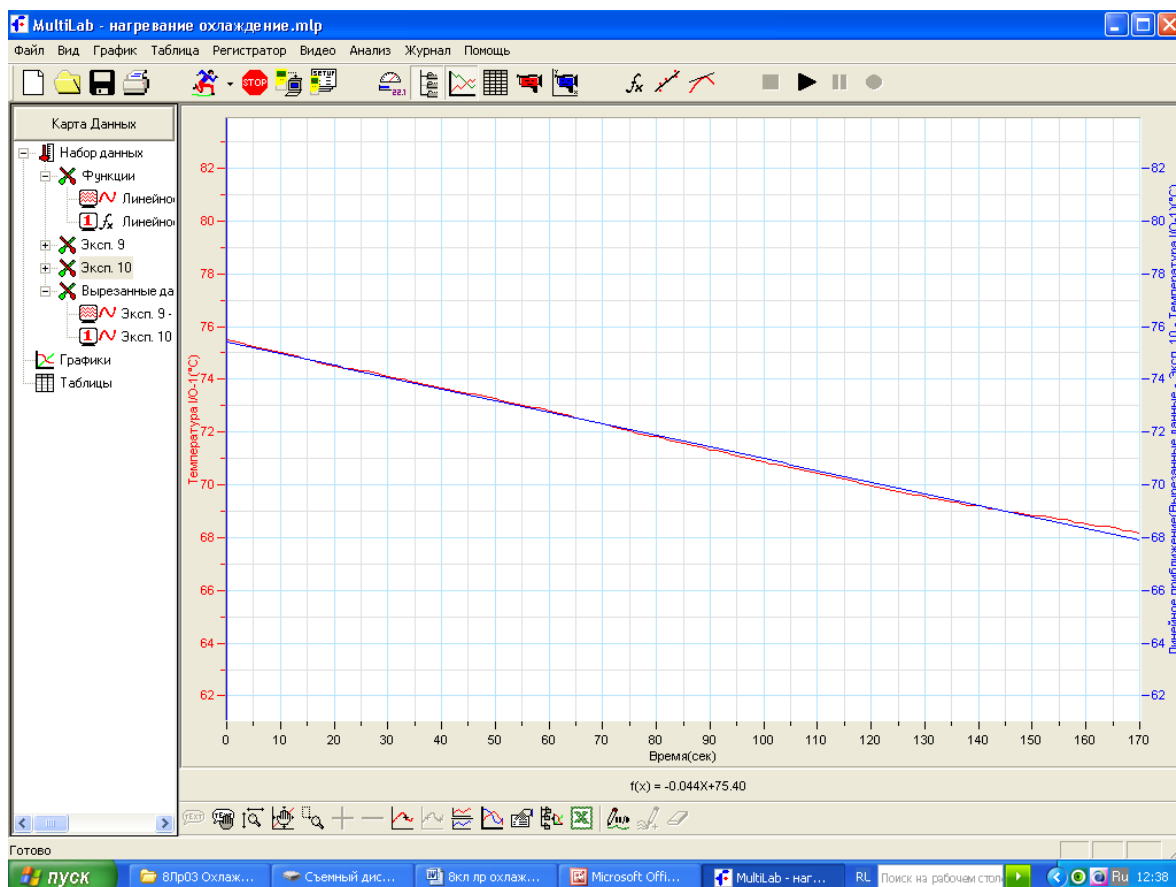


Рис.3

19. Почти полное совпадение экспериментального графика с линейным приближением доказывает, что зависимость температуры тела от количества теплоты, отданного охладителю (от времени охлаждения), носит прямо пропорциональный характер, что и отражается в формуле количества теплоты $Q = cm \Delta t^0$.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №2 «Исследование зависимости температуры тела от времени охлаждения (от количества теплоты, переданного охладителю)» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Исследовать зависимость температуры тела от времени охлаждения (от количества теплоты, переданного охладителю) с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, электроплитка 42В, штатив, охладитель (основание универсального штатива), датчик температуры, Nova5000.

Ход работы:

- **Монтаж экспериментальной установки**
для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1;
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте воды в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана) и поставьте его нагреваться на электроплитку.
4. Закрепите датчик температуры в штативе.
5. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
6. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
7. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → **Настройка**
8. **Настройка параметров измерений**
Свойства датчика → **Частота** → **ежесекундно**
Число замеров → **200**

**Время эксперимента 3мин
20секунд**

9. Отключите электроплитку, снимите стакан с водой с электроплитки и поставьте его на основание универсального штатива.

10. Опустите датчик в воду полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
12. Показания датчика будут отражаться на экране.
13. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
14. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

15. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую началу охлаждения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
16. Подведите 2-й курсор к точке на графике, соответствующей окончанию эксперимента.

17. Если необходимо выполните **График** → **отрезать**.
18. **Анализ** → **Линейное приближение**. В окне графика появится аппроксимация выбранного участка графика.
19. Почти полное совпадение экспериментального графика с линейным приближением доказывает, что зависимость температуры тела от количества теплоты, отданного охладителю (от времени охлаждения), носит прямо пропорциональный характер, что и отражается в формуле количества теплоты $Q = cm \Delta t^0$.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 3 «Сравнение количества теплоты при смешивании воды разной температуры» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Определить количество теплоты, отданное горячей водой и полученное холодной при теплообмене, с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед и объяснить полученный результат;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Калориметр, алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, мензурка с пределом измерения 100мл., электроплитка 42В, штатив- 2шт, датчик температуры- 2шт, Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте 100 мл воды в стакан от калориметра и поставьте на электроплитку.
4. Налейте 100 мл воды в стакан от калориметра и поставьте в калориметр.
5. Закрепите датчики температуры в штативах.
6. Подключите датчик температуры, измеряющий температуру воды в калориметре, к первому порту датчиков Nova5000, а второй датчик, измеряющий температуру воды на плитке, ко второму порту.
7. Опустите датчики в воду полностью, но так, чтобы они не касались стенок и дна стакана.
8. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab
9. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор → Настройка**

Настройка параметров измерений

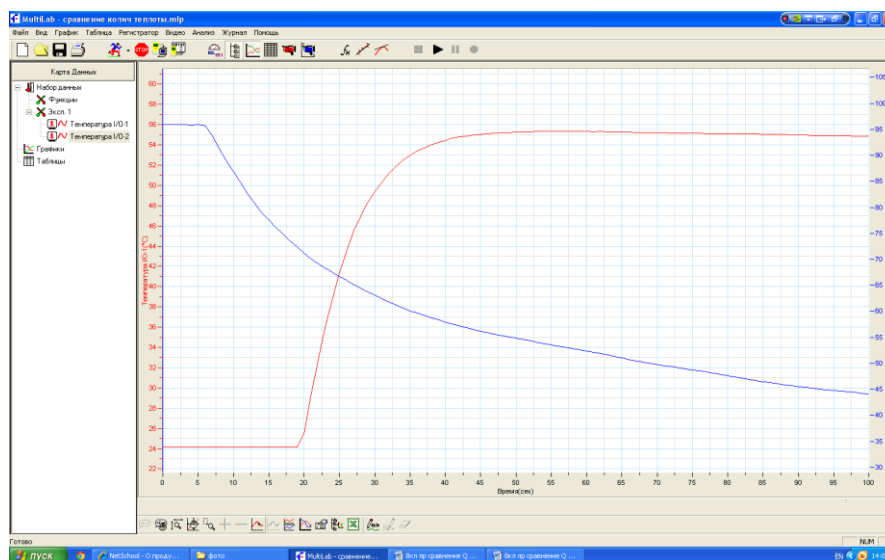
Свойства датчика → Частота → **ежесекундно**; Число замеров → **200**

Время эксперимента 3мин **20секунд**

Порядок проведения эксперимента

10. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
11. Показания датчиков будут отражаться на экране.
12. Электроплитку можно отключить, датчик вынуть.
13. Осторожно влейте горячую воду во внутренний стакан калориметра с холодной водой.
14. Дождитесь, когда наступит тепловое равновесие, т.е. горячая вода остынет, а холодная нагреется до общей температуры смеси t^0 . На графике температуры холодной воды это состояние соответствует тах температуре, т.к. дальнейшее ожидание приведет к уменьшению температуры смеси вследствие ее охлаждения.
15. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
16. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

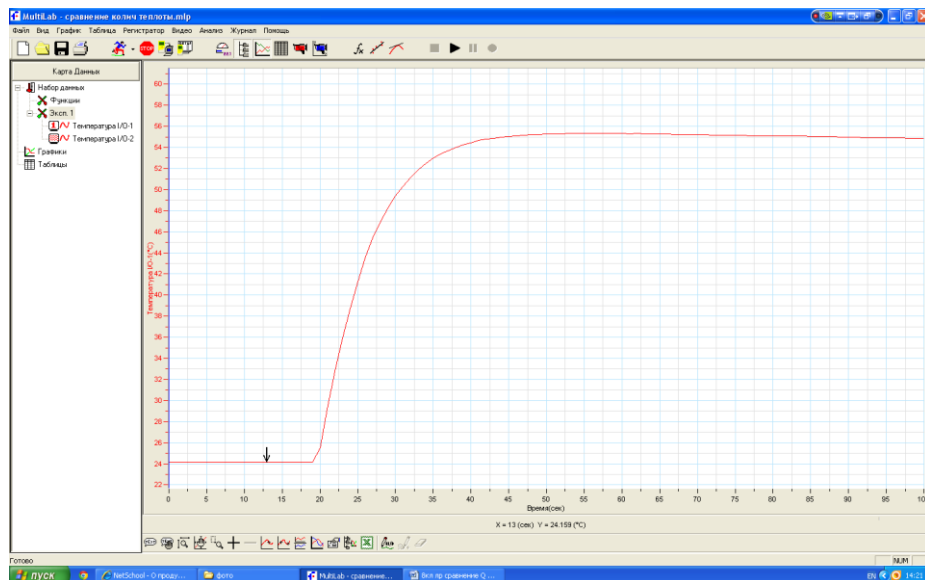
Рис.2



Анализ результатов эксперимента

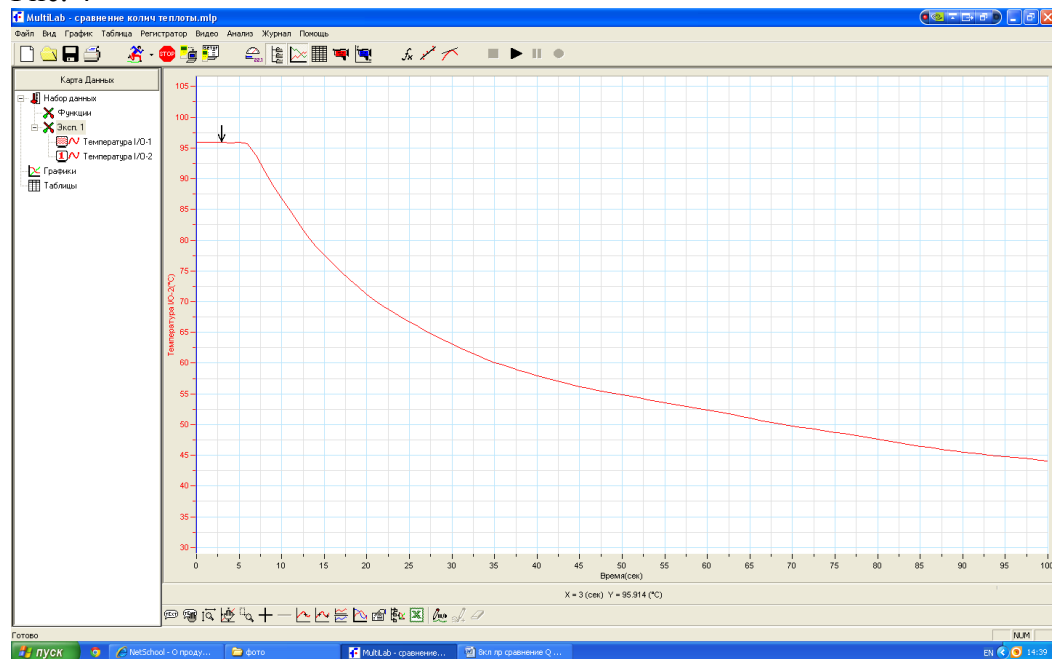
17. Подведите 1-й курсор к точке на первом графике, соответствующей началу эксперимента и измерьте начальную температуру холодной воды. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков (смотри рис 3). В нашем случае температура холодной воды $t_1^0 = 24^0\text{C}$.

Рис.3.



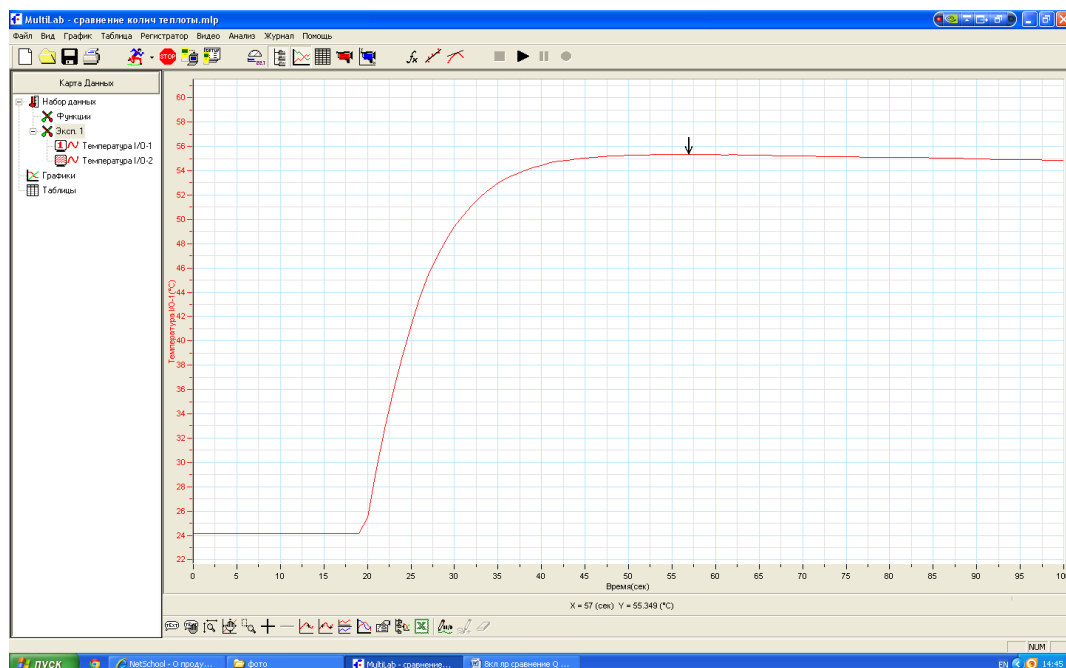
18. Для определения температуры горячей воды уберите первый график и активизируйте второй. Повторите действия п.8 (смотри рис. 4).

Рис. 4



В нашем случае температура горячей воды $t_2^0 = 96^{\circ}\text{C}$

19. Для определения температуры, полученной при смешивании горячей и холодной воды, вернитесь к первому графику и повторите действия п.8 (смотри рис.5).
Рис.5



В нашем случае температура горячей воды $t^0 = 55^0\text{C}$;

20. Рассчитайте по формуле $Q = cm \Delta t^0$ количество теплоты, полученное холодной водой и отданное горячей. В нашем случае Q холодной воды = 13020Дж, Q горячей воды = 17220Дж.
21. Сравните количество теплоты, отданное горячей водой, с количеством теплоты, полученным холодной, и сделайте вывод.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 3 «Сравнение количества теплоты при смешивании воды разной температуры» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Определить количество теплоты, отданное горячей водой и полученное холодной при теплообмене, с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед и объяснить полученный результат;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Калориметр, алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, мензурка с пределом измерения 100мл., электроплитка 42В, штатив- 2шт, датчик температуры- 2шт, Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте 100 мл воды в стакан от калориметра и поставьте на электроплитку.
4. Налейте 100 мл воды в стакан от калориметра и поставьте в калориметр.
5. Закрепите датчики температуры в штативах.
6. Подключите датчик температуры, измеряющий температуру воды в калориметре, к первому порту датчиков Nova5000, а второй датчик, измеряющий температуру воды на плитке, ко второму порту.
7. Опустите датчики в воду полностью, но так, чтобы они не касались стенок и дна стакана.
8. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
9. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → **Настройка**

Рис.1.

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → **Частота** → **ежесекундно**; **Число замеров** → **200**

Время эксперимента 3 мин 20 секунд

Порядок проведения эксперимента

10. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
11. Показания датчика будут отражаться на экране.
12. Электроплитку можно отключить, датчик вынуть.
13. Осторожно влейте горячую воду во внутренний стакан калориметра с холодной водой.
14. Дождитесь, когда наступит тепловое равновесие, т.е. горячая вода остынет, а холодная нагреется до общей температуры смеси t^0 . На графике температуры холодной воды это состояние соответствует тах температуре, т.к. дальнейшее ожидание приведет к уменьшению температуры смеси вследствие ее охлаждения.
15. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
16. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

17. Подведите 1-й курсор к точке на первом графике, соответствующей началу эксперимента и измерьте начальную температуру холодной воды. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
18. Для определения температуры горячей воды уберите первый график и активизируйте второй. Повторите действия п.8.
19. Для определения температуры, полученной при смешивании горячей и холодной воды, вернитесь к первому графику и повторите действия п.8.
20. Рассчитайте по формуле $Q = cm \Delta t^0$ количество теплоты, полученное холодной водой и отданное горячей. Сравните количество теплоты, отданное горячей водой, с количеством теплоты, полученным холодной, и сделайте вывод.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 4 «Измерение удельной теплоемкости твердого тела» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Определить удельную теплоемкость металлического цилиндра с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Калориметр, алюминиевый стакан калориметра, металлический цилиндр, стакан с водой, мензурка с пределом измерения 100мл., электроплитка 42В, штатив- 2шт, датчик температуры- 2шт, датчик силы, Nova5000.

Ход работы:

– **Монтаж экспериментальной установки**
для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте 100 - 150 мл воды в стакан от калориметра и поставьте на электроплитку;
4. Поставьте в калориметр металлический цилиндр.
5. Налейте 100 мл воды в стакан от калориметра и поставьте в калориметр.
6. Закрепите датчики температуры в штативах.
7. Подключите датчик температуры, измеряющий температуру воды в калориметре, к первому порту датчиков Nova5000, а второй датчик, измеряющий температуру воды на плитке, ко второму порту.
8. Опустите датчики в воду полностью, но так, чтобы они не касались стенок и дна стакана.
9. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
10. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → **Настройка**

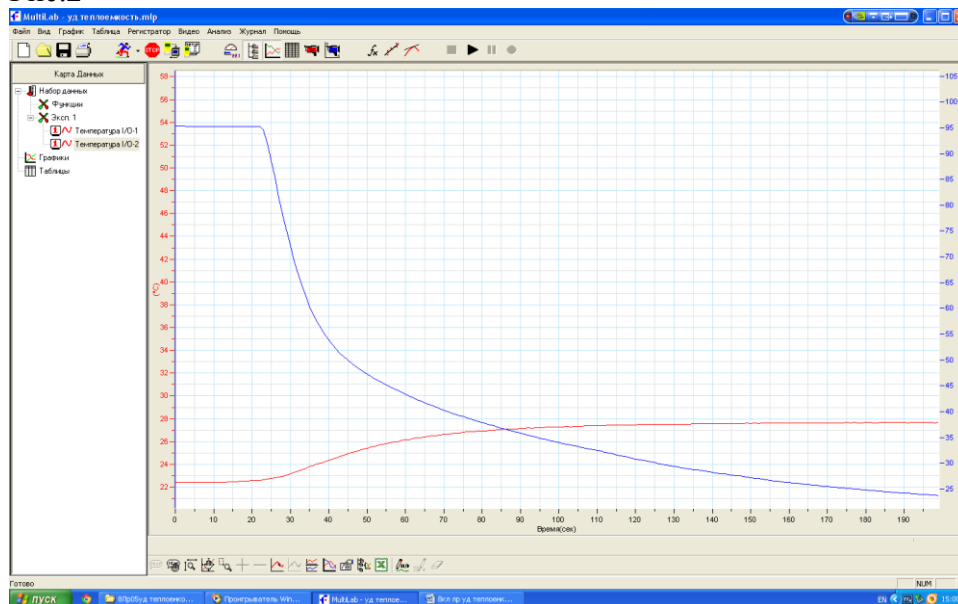
Настройка параметров измерений

Свойства датчика → Частота → ежесекундно; Число замеров → 200
Время эксперимента 3мин 20секунд

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
12. Показания датчиков будут отражаться на экране.
13. Осторожно возьмите металлический цилиндр и опустите во внутренний стакан калориметра с холодной водой.
14. Электроплитку можно отключить, датчик вынуть.
15. Дождитесь, когда наступит тепловое равновесие, т.е. металлический цилиндр остынет, а холодная вода нагреется до общей температуры смеси t^0 . На графике температуры холодной воды это состояние соответствует max температуре, т.к. дальнейшее ожидание приведет к уменьшению температуры смеси вследствие ее охлаждения.
16. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
17. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

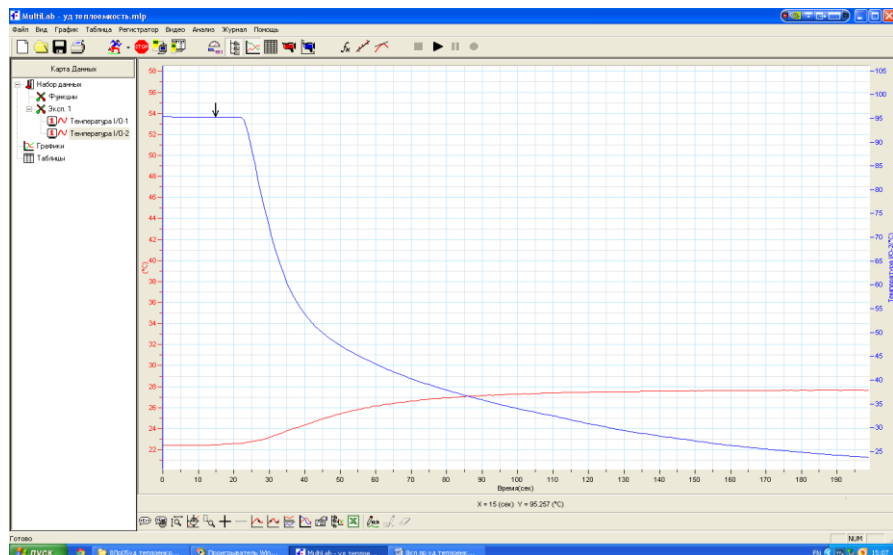
Рис.2



Анализ результатов эксперимента

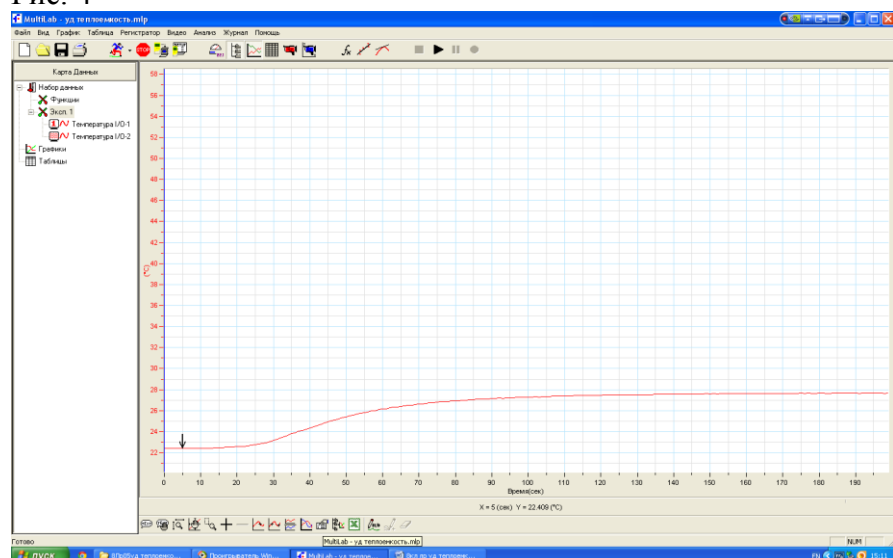
18. Подведите 1-й курсор к точке на первом графике, соответствующей началу эксперимента и измерьте начальную температуру горячей воды и металлического цилиндра. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков (смотри рис 3). В нашем случае температура холодной воды $t_2^0 = 95,3^0\text{C}$.

Рис.3.



19. Для определения температуры холодной воды уберите первый график и активизируйте второй. Повторите действия п.8 (смотри рис. 4).

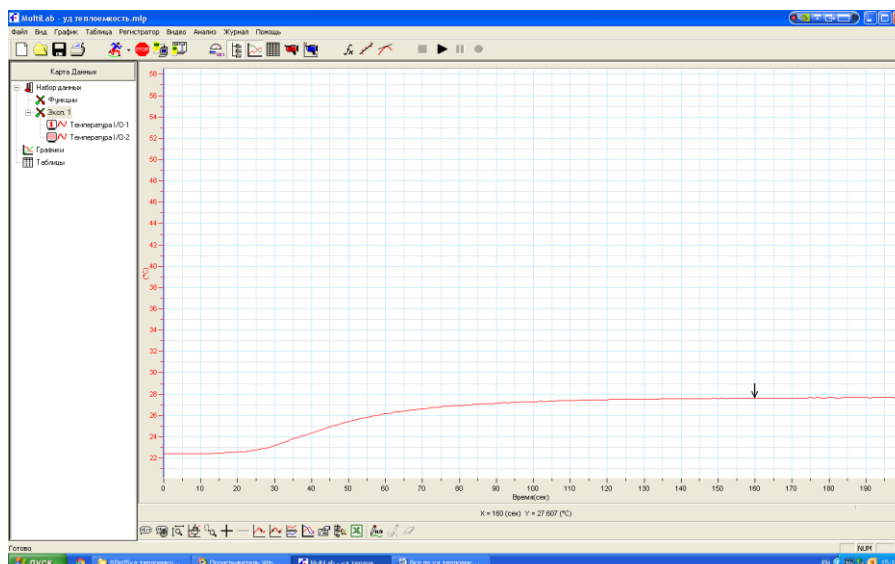
Рис. 4



В нашем случае температура холодной воды $t_1^0 = 22,4^0\text{C}$

20. Для определения температуры, полученной при тепловом равновесии, подведите 1-й курсор к точке на первом графике, соответствующей t_{max} температуре (смотри рис.5).

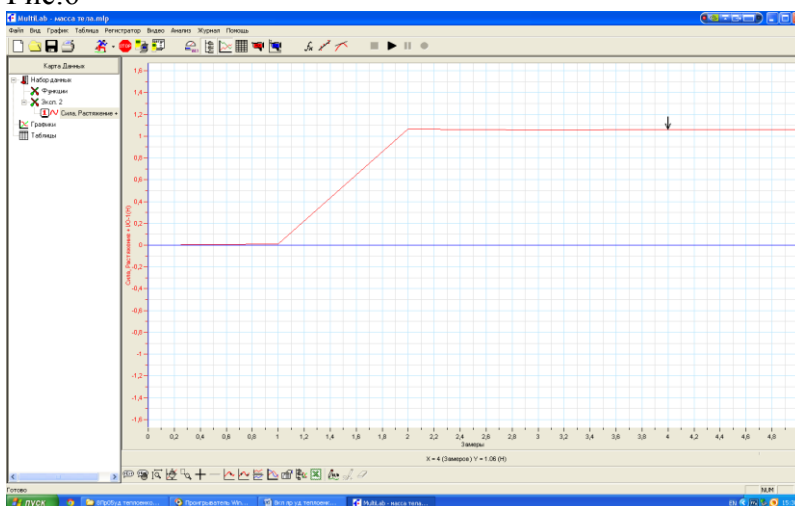
рис.5



В нашем случае температура холодной воды $t^0 = 27,6^0\text{C}$;

21. Для определения массы цилиндра, выньте его из воды, протрите тряпкой.
22. Выньте датчики температуры из порта и подключите к первому порту датчик силы.
23. Установите предел измерения 10Н и измерьте силу тяжести, а затем найдите массу металлического цилиндра (смотри рис. 6).

Рис.6



В нашем случае $m_{\text{тела}} = F/g \approx 100\text{г}$;

24. Рассчитайте по формуле $c = Q_{\text{полученное}}/Q_{\text{отданное}} = c_{\text{воды}} m_{\text{воды}}(t^0 - t^0_1)/m_{\text{тела}}(t^0_2 - t^0)$.
25. $c = 4200 \cdot 0.1(27,6 - 22,4)/0.1 \cdot (95,3 - 27,6) = 323 \text{ Дж/кг}^0\text{C}$.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 4 «Измерение удельной теплоемкости твердого тела» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Определить удельную теплоемкость металлического цилиндра с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Калориметр, алюминиевый стакан калориметра, металлический цилиндр, стакан с водой, мензурка с пределом измерения 100мл., электроплитка 42В, штатив- 2шт, датчик температуры- 2шт, датчик силы, Nova5000.

Ход работы:

– **Монтаж экспериментальной установки**
для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте 100 - 150 мл воды в стакан от калориметра и поставьте на электроплитку;
4. Поставьте в калориметр металлический цилиндр.
5. Налейте 100 мл воды в стакан от калориметра и поставьте в калориметр.
6. Закрепите датчики температуры в штативах.
7. Подключите датчик температуры, измеряющий температуру воды в калориметре, к первому порту датчиков Nova5000, а второй датчик, измеряющий температуру воды на плитке, ко второму порту.
8. Опустите датчики в воду полностью, но так, чтобы они не касались стенок и дна стакана;
9. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
10. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → Частота → ежесекундно; Число замеров → 200
Время эксперимента 3мин 20секунд

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
12. Показания датчиков будут отражаться на экране.
13. Осторожно возьмите металлический цилиндр и опустите во внутренний стакан калориметра с холодной водой.
14. Электроплитку можно отключить, датчик вынуть.
15. Дождитесь, когда наступит тепловое равновесие, т.е. металлический цилиндр остынет, а холодная вода нагреется до общей температуры смеси t^0 . На графике температуры холодной воды это состояние соответствует max температуре, т.к. дальнейшее ожидание приведет к уменьшению температуры смеси вследствие ее охлаждения.
16. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
17. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

18. Подведите 1-й курсор к точке на первом графике, соответствующей началу эксперимента и измерьте начальную температуру t^0_2 горячей воды и металлического цилиндра. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
19. Для определения температуры t^0_1 холодной воды уберите первый график и активизируйте второй. Повторите действия п.8.
20. Для определения температуры t^0 , полученной при тепловом равновесии, подведите 1-й курсор к точке на первом графике, соответствующей max температуре.
21. Для определения массы цилиндра, выньте его из воды, протрите тряпкой.
22. Выньте датчики температуры из порта и подключите к первому порту датчик силы.
23. Установите предел измерения 10Н и измерьте силу тяжести.
24. Найдите массу металлического цилиндра $m_{\text{тела}} = F/g$.
25. Рассчитайте по формуле $c = Q_{\text{полученное}}/Q_{\text{отданное}} = c_{\text{воды}} m_{\text{воды}}(t^0 - t^0_1)/m_{\text{тела}}(t^0_2 - t^0)$.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 5 «Наблюдение за нагреванием и плавлением, экспериментальное определение температуры плавления льда» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Экспериментально доказать постоянство температуры плавления;
- Определить температуру плавления льда;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, электроплитка 42В, штатив, датчик температуры, Nova5000.

Ход работы:

1. Заранее, до начала лабораторной работы, налейте воды в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана).
2. Закрепите датчик температуры в штативе.
3. Поставьте на несколько часов стакан с водой, датчиком и штативом в морозильную камеру холодильника или за окно при минусовой температуре и получите лед.

Монтаж экспериментальной установки для наблюдения за нагреванием, плавлением и экспериментальным определением температуры плавления льда с помощью ЦЛ Архимед:

Рис.1.



4. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
5. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
6. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.

7. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
8. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**
9. **Настройка параметров измерений**

Свойства датчика → **Частота** → **ежесекундно**

Число замеров → **1000**

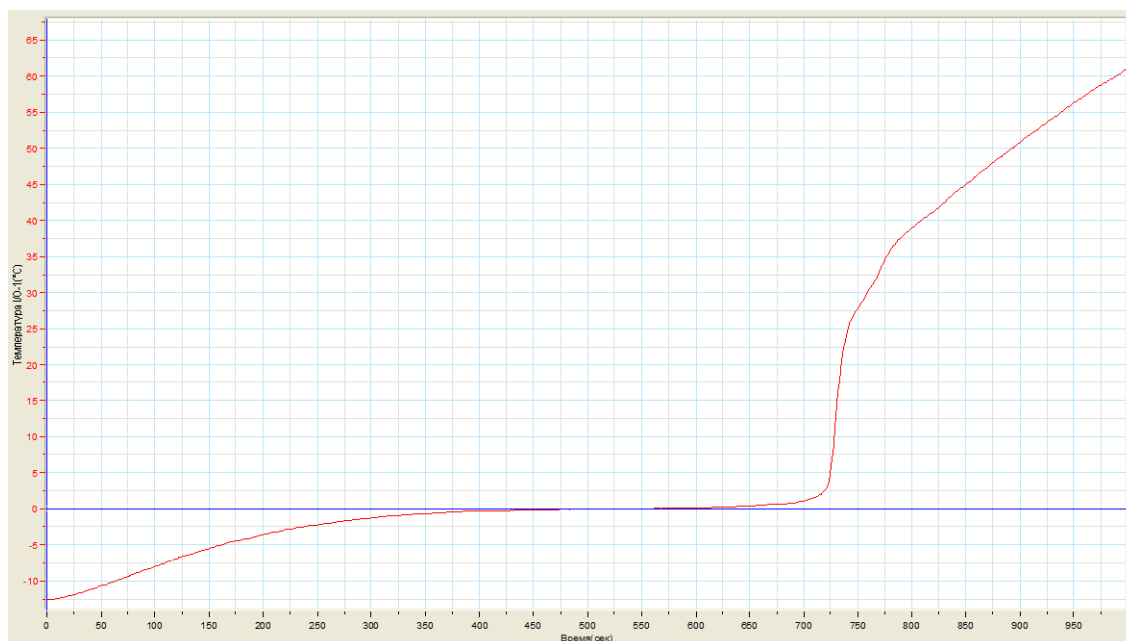
Время эксперимента **16мин 40 сек.**

10. Поставьте стакан с водой на электроплитку.

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
11. Показания датчика будут отражаться на экране.
12. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
13. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

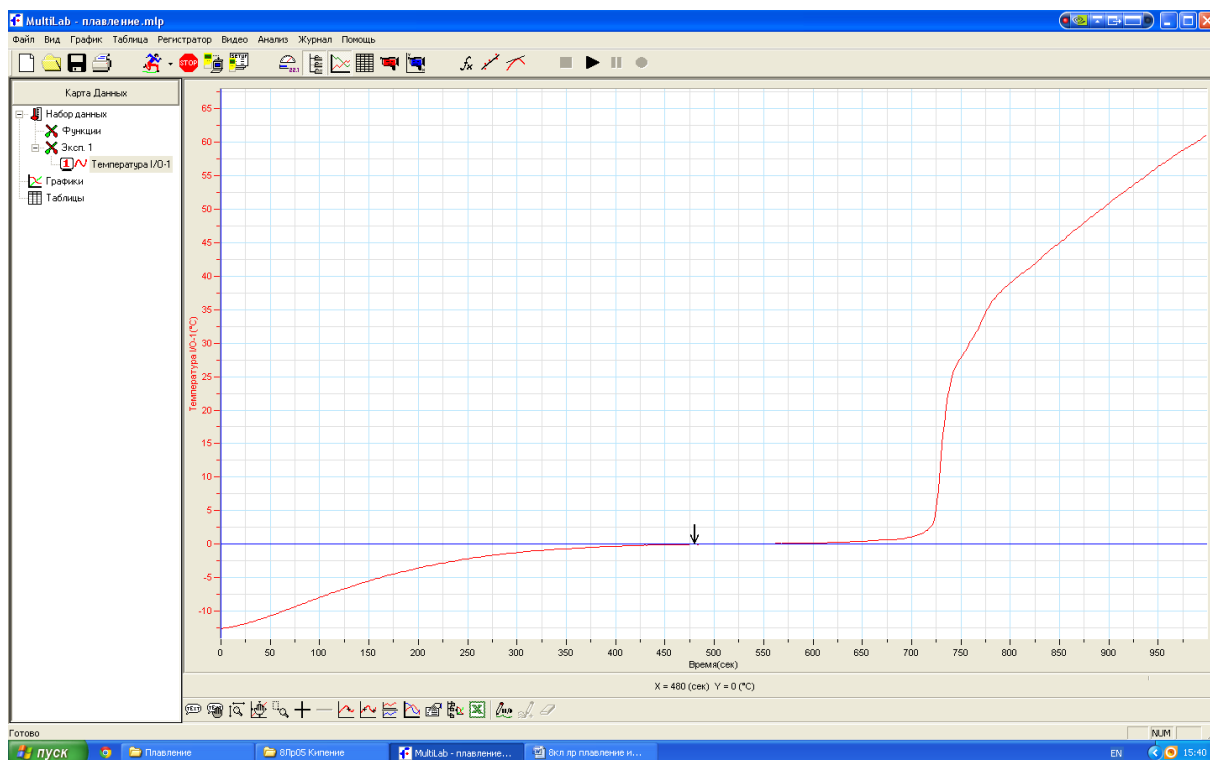
Рис..2



Анализ результатов эксперимента

14. Нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) к точке на графике, соответствующей началу процесса плавления. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков. На данном графике время измерения = 480с, температура = 0°C. (смотри рис 3).

Рис. 3



15. Перетаскивая **1-й курсор** по графику в сторону увеличения времени, убеждаемся, что на отрезке времени от 475с до 520с температура постоянна. Т.о. показываем, что в процессе плавления температура не изменяется и для чистого льда $\approx 0^{\circ}\text{C}$.

Анализ результатов эксперимента позволяет сделать следующие выводы:

- при плавлении температура кристаллического тела постоянна;
- для чистого льда температура плавления = 0°C .

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 5 «Наблюдение за нагреванием и плавлением, экспериментальное определение температуры плавления льда» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Экспериментально доказать постоянство температуры плавления;
- Определить температуру плавления льда;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, электроплитка 42В, штатив, датчик температуры, Nova5000.

Ход работы:

1. **Заранее, до начала лабораторной работы**, налейте воды в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана).
2. Закрепите датчик температуры в штативе.
3. Поставьте на несколько часов стакан с водой, датчиком и штативом в морозильную камеру холодильника или за окно при минусовой температуре и получите лед.

Монтаж экспериментальной установки для наблюдения за нагреванием, плавлением и экспериментальным определением температуры плавления льда с помощью ЦП Архимед:
Рис.1.



4. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
5. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
6. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
7. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
8. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**
9. **Настройка параметров измерений**
Свойства датчика → **Частота** → **ежесекундно**
Число замеров → **1000**
Время эксперимента **16мин 40 сек.**
10. Поставьте стакан с водой на электроплитку.

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
11. Показания датчика будут отражаться на экране.
12. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
13. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

14. Нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) к точке на графике, соответствующей началу процесса плавления. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
15. Перетаскивая **1-й курсор** по графику в сторону увеличения времени, убеждаемся, что на отрезке времени от t_{1c} до t_{2c} температура постоянна. Т.о. показываем, что в процессе плавления температура не изменяется и для чистого льда $\approx 0^{\circ}\text{C}$.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №6 «Исследование зависимости температуры кипения от примесей и рода жидкости» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Экспериментально доказать постоянство температуры при кипении;
- Исследовать зависимость температуры кипения от примесей и рода жидкости с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, поваренная соль (сахарный песок), колба со спиртом, электроплитка 42В, штатив, датчик температуры, Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте воды в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана).
4. Закрепите датчик температуры в штативе.
5. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000.
6. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
7. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → Настройка
8. **Настройка параметров измерений**
Свойства датчика → Частота → каждую секунду
Число замеров → 1000
Время эксперимента 16мин 40 сек.
9. Поставьте стакан с водой на электроплитку.
10. Опустите датчик в воду полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
11. Показания датчика будут отражаться на экране.
12. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
13. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис 2).

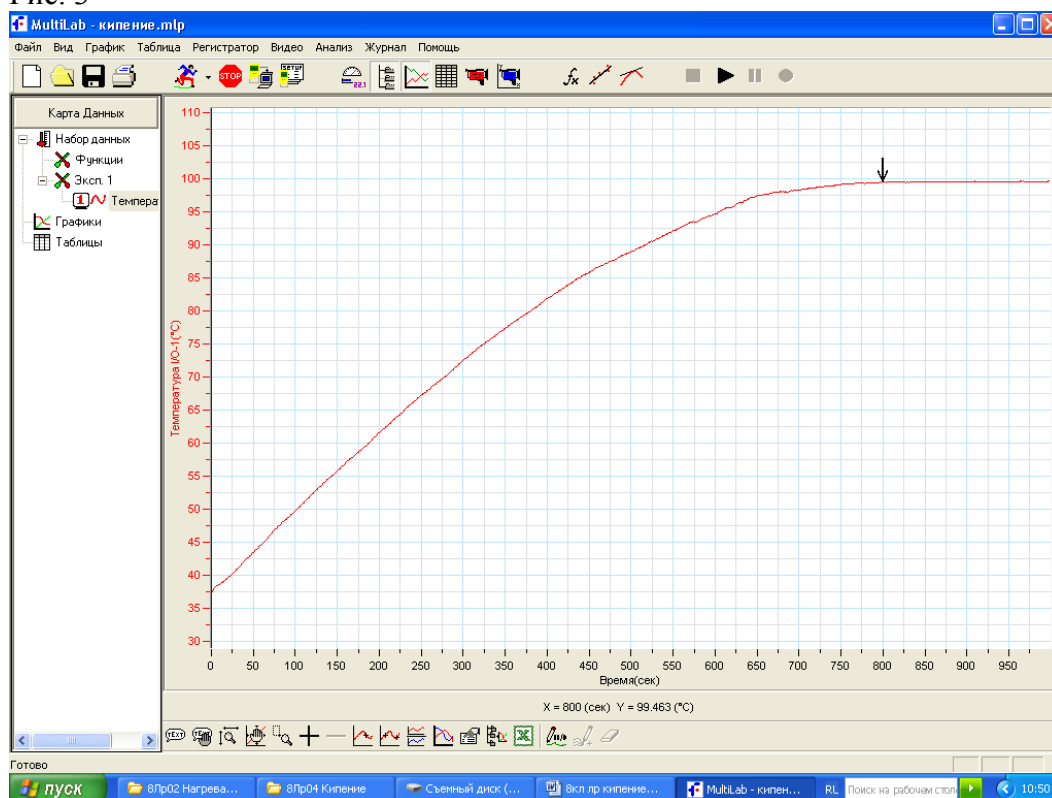
Рис.2



Анализ результатов эксперимента

14. Нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) к точке на графике, соответствующей началу процесса кипения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков. На данном графике время измерения = 800с, температура $\approx 100^{\circ}\text{C}$. (смотри рис 3).

Рис. 3



15. Перетаскивая **1-й курсор** по графику в сторону увеличения времени, убеждаемся, что на отрезке времени от 800с до 1000с температура постоянна. Т.о. показываем, что в процессе кипения температура не изменяется и для чистой воды $\approx 100^{\circ}\text{C}$.
16. Осторожно (температура = 100°C !) снимите с плитки стакан с водой и растворите в воде 5-10 чайных ложек поваренной соли**.

17. Настройка параметров измерений

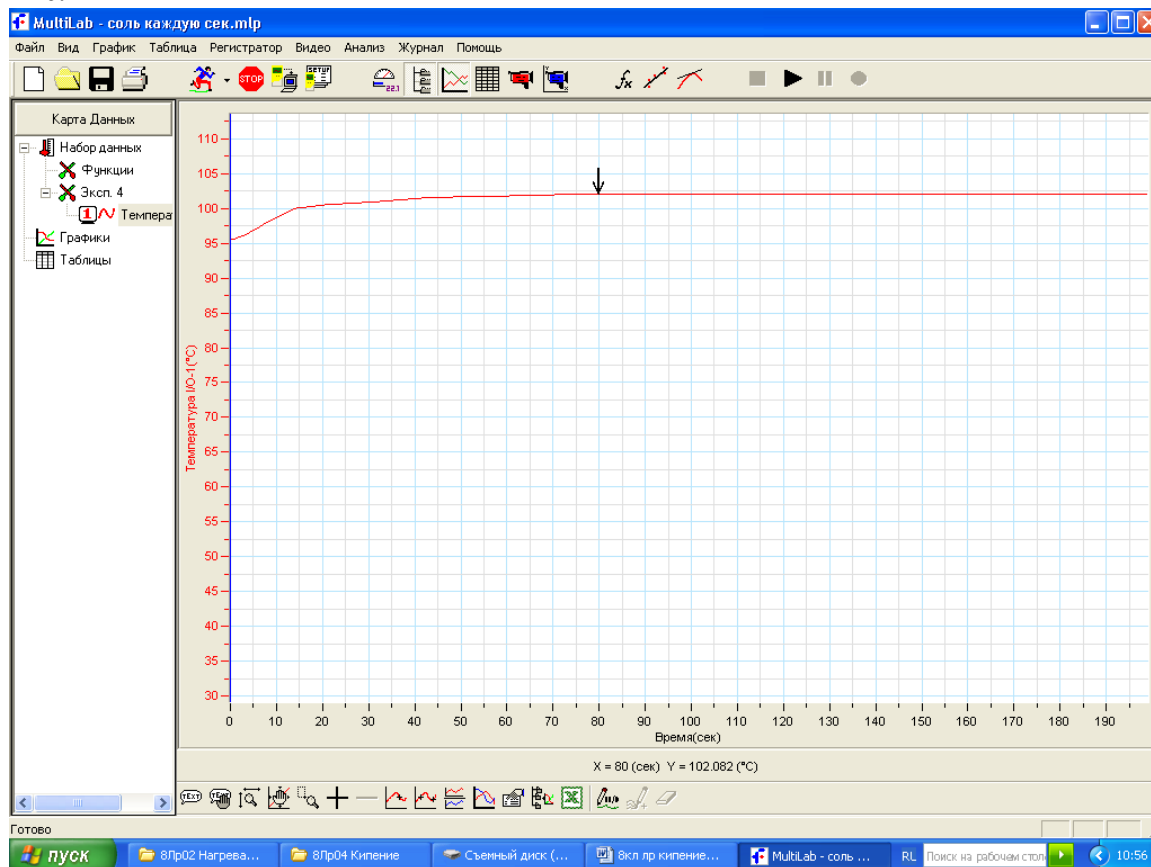
Свойства датчика → Частота → каждую секунду

Число замеров → 200

Время эксперимента 3мин 20сек.

18. Поставьте стакан с раствором на электроплитку.
19. Опустите датчик в воду полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.
20. Повторив пункты 1-6 проведения эксперимента, убеждаемся, что температура кипения соленой воды выше температуры кипения чистой. В нашем случае $\approx 102^{\circ}\text{C}$ (смотри рис. 4).

Рис.4



21. Делаем вывод: температура кипения жидкости зависит от примеси.

Проводится по возможности*

22. Налейте из колбы спирт в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана).
23. Поставьте стакан с раствором на электроплитку.

24. Настройка параметров измерений

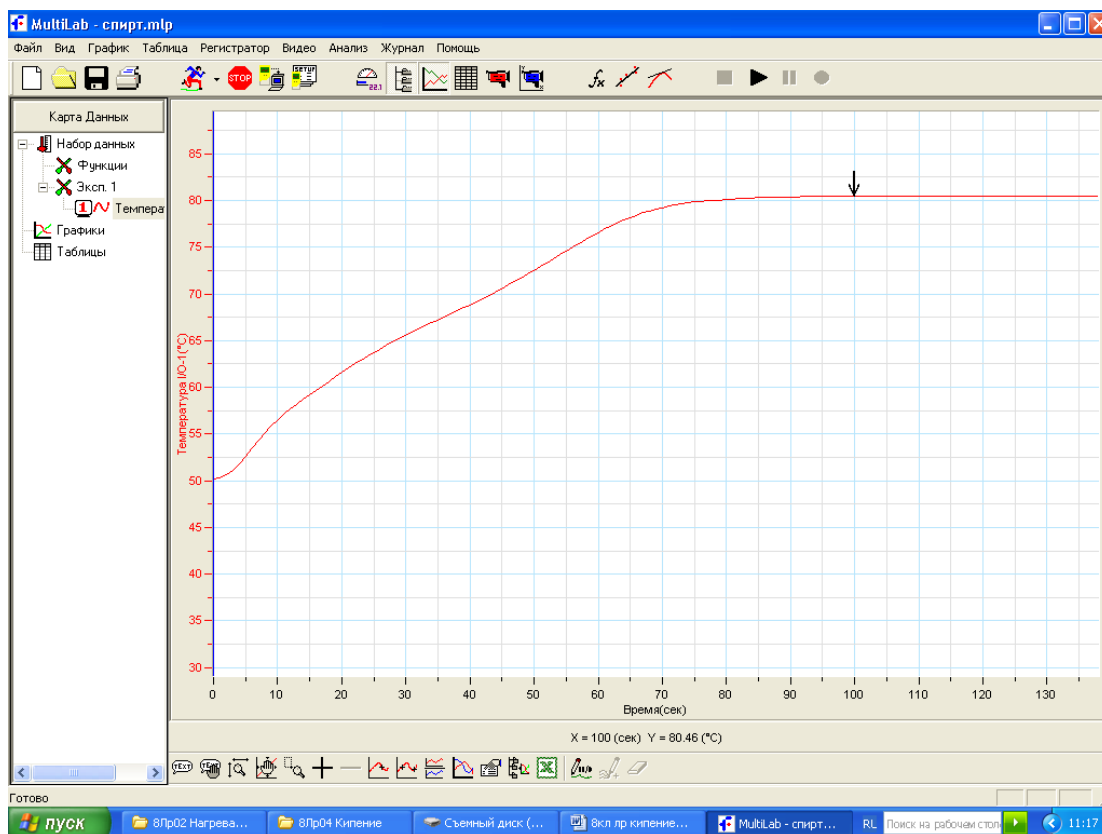
Свойства датчика → Частота → каждую секунду

Число замеров → 200

Время эксперимента 3мин 20сек.

25. Поставьте стакан с раствором на электроплитку.
26. Опустите датчик в спирт полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.
27. Повторив пункты 1-6 проведения эксперимента, убеждаемся, что температура кипения спирта ниже температуры кипения воды. В нашем случае $\approx 80,5^{\circ}\text{C}$ (смотри рис. 5).

Рис. 5



** - если последовательно определенными порциями растворять соль в воде и повторять пункты 1- 6 порядка проведения эксперимента, то можно провести исследование зависимости температуры кипения воды от концентрации примеси. Однако проведение этого исследования требует более точных измерений в отношении массы воды и соли, что ограничено временем урока.

Анализ результатов эксперимента позволяет сделать следующие выводы:

- при кипении температура жидкости постоянна;
- температура кипения жидкости зависит от примеси (концентрации примеси) и от рода жидкости.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №6 «Исследование зависимости температуры кипения от примесей и рода жидкости» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Экспериментально доказать постоянство температуры при кипении;
- Исследовать зависимость температуры кипения от примесей и рода жидкости с помощью датчика температуры ЦЛ Архимед;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Алюминиевый стакан калориметра, стакан с водой, поваренная соль (сахарный песок), колба со спиртом, электроплитка 42В, штатив, датчик температуры, Nova5000.

Ход работы:

- **Монтаж экспериментальной установки**

для измерения температуры с помощью ЦЛ Архимед:



Рис.1.

1. Соберите оборудование в соответствии с рис. 1.
2. Включите электроплитку в сеть напряжением 42В.
3. Налейте воды в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана).
4. Закрепите датчик температуры в штативе.
5. Подключите датчик к первому порту датчиков Nova5000
6. Включите Nova, выберите команду **Пуск → Программы → Наука → MultiLab** и запустите программу MultiLab.
7. В программе MultiLab установите параметры измерений:
Регистратор → Настройка
8. **Настройка параметров измерений**
Свойства датчика → Частота → каждую секунду
Число замеров → 1000
Время эксперимента 16мин 40 сек.
9. Поставьте стакан с водой на электроплитку.
10. Опустите датчик в воду полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.

Порядок проведения эксперимента

11. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка)
12. Показания датчика будут отражаться на экране.
13. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или дождитесь окончания времени эксперимента.
14. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

Нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) к точке на графике, соответствующей началу процесса кипения. Полученные данные (координаты курсора) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.

15. Перетаскивая **1-й курсор** по графику в сторону увеличения времени, убеждаемся, что на отрезке времени от 800с до 1000с температура постоянна. Т.о. показываем, что в процессе кипения температура не изменяется и для чистой воды $\approx 100^{\circ}\text{C}$.

16. Осторожно (температура = 100°C !) снимите с плитки стакан с водой и растворите в воде 5-10 чайных ложек поваренной соли**.

17. Настройка параметров измерений

Свойства датчика → **Частота** → **ежесекундно**

Число замеров → **200**

Время эксперимента 3мин **20сек.**

18. Поставьте стакан с раствором на электроплитку.

19. Опустите датчик в воду полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.

Повторив пункты 1-6 проведения эксперимента, убеждаемся, что температура кипения соленой воды выше температуры кипения чистой.

Проводится по возможности*

20. Налейте из колбы спирт в стакан от калориметра (2/3 – 3/4 объема стакана).

21. Поставьте стакан с раствором на электроплитку.

22. Настройка параметров измерений

Свойства датчика → **Частота** → **ежесекундно**

Число замеров → **200**

Время эксперимента 3мин **20сек.**

23. Поставьте стакан с раствором на электроплитку.

24. Опустите датчик в спирт полностью, но так, чтобы он не касался стенок и дна стакана.

Повторив пункты 1-6 проведения эксперимента, убеждаемся, что температура кипения спирта ниже температуры кипения воды.

Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы согласно целям лабораторной работы.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторные работы по теме «Электрические явления»

Лабораторная работа № 7 «Измерение силы тока в электрической цепи» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Измерить силу тока в электрической цепи с помощью датчика силы тока ЦЛ Архимед;
- Доказать, что сила тока в различных последовательно соединенных участках цепи одинакова;
- Научиться измерять силу тока в электрической цепи с помощью датчика силы тока ЦЛ Архимед, получать, обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Датчик тока $\pm 2,5\text{A}$, проволоочное сопротивление 2 Ома, источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, (ключ), Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

11. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью (рис. 1, фото 2), датчик тока подключите последовательно, соблюдая полярность (красный провод к «+» источника тока, черный к «-»);

Рис.1

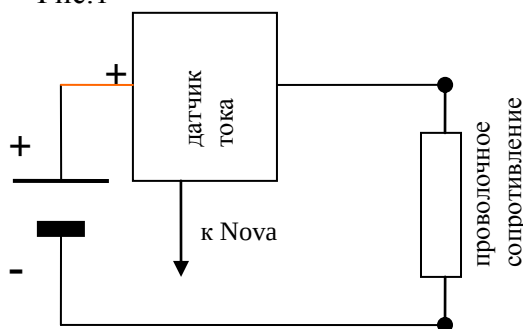
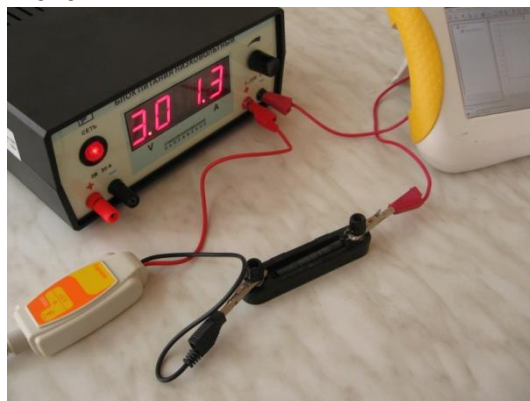


Фото 2



12. Подключите датчик тока к первому порту датчиков Nova5000;
13. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
14. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → Частота → вручную

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

25. Включите источник питания и, вращая ручку, установите напряжение 3В (при работе с батареей замкните ключ). Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.
26. (делать не обязательно) Для большей наглядности и простоты в снятии данных нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
27. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента, для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина тока) появляются на информационной панели в нижней части окна графика. Запишите показания в таблицу. В нашем случае сила тока $I = 1,286\text{A}$, смотри рис.5.
28. Для большей наглядности и простоты в снятии данных выключите источник питания (при работе с батареей разомкните ключ). Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.
29. (делать не обязательно) Для большей наглядности и простоты в снятии данных нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
30. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью (рис. 3, фото 4), датчик тока подключите последовательно, соблюдая полярность (красный провод к «+» источника тока, черный к «-»).

Рис.3

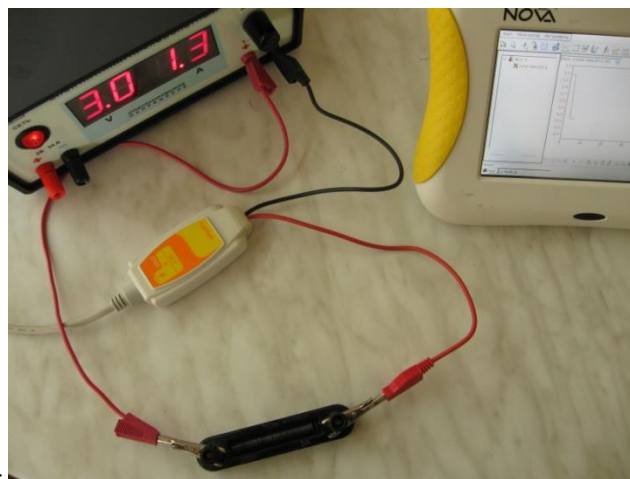
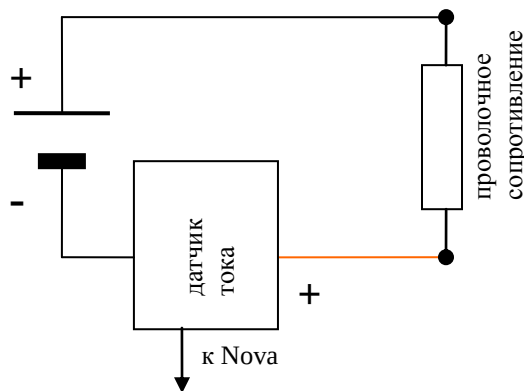
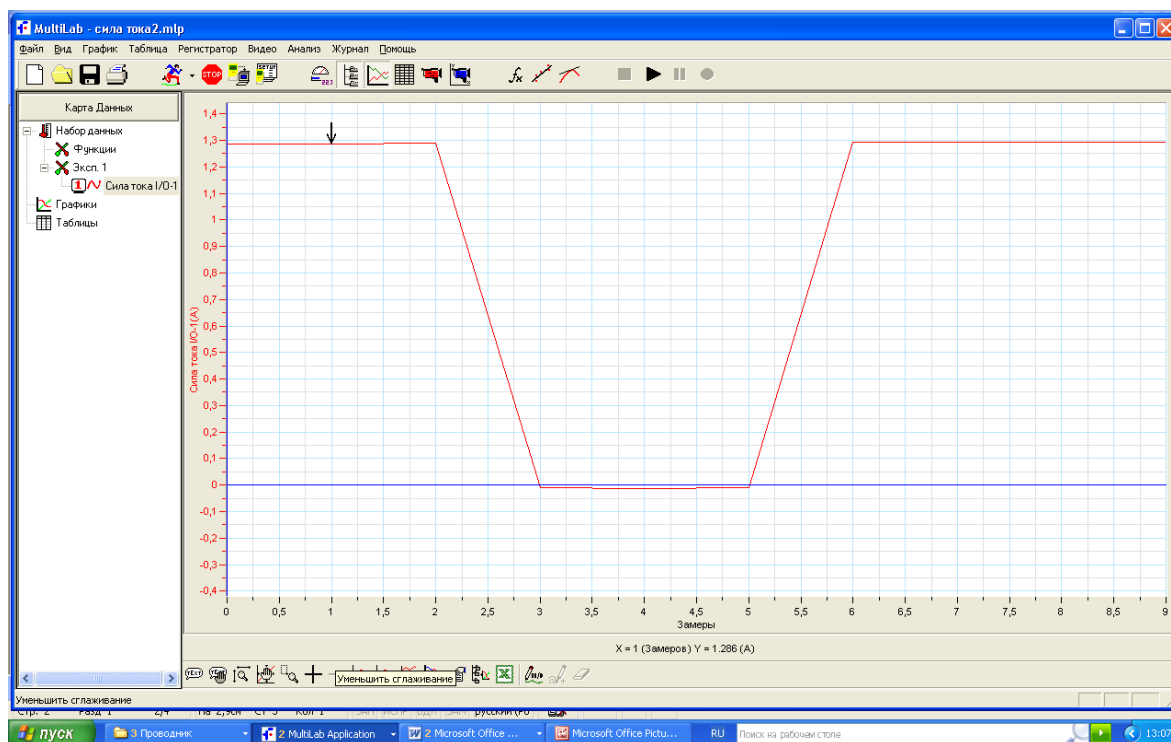


Фото 4

31. Включите источник питания и, вращая ручку, установите напряжение 3В (при работе с батареей замкните ключ). Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.
32. (делать не обязательно) Для большей наглядности и простоты в снятии данных нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
33. Остановите регистрацию, нажав **Стоп**.

Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис. 5)

Рис.5



34. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей концу эксперимента, для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина тока) появляются на информационной панели в нижней части окна графика. Запишите показания в таблицу. В нашем случае сила тока $I = 1,294\text{A}$, смотри рис.5.
35. Сравните полученные данные. Сделайте выводы.

Анализ результатов эксперимента

табл.

№ измерения	I (A)
1 (датчик стоит до сопротивления (смотри схему))	$1,286 \approx 1,3$
4 (датчик стоит после сопротивления (смотри схему))	$1,294 \approx 1,3$

- Таким образом, сила тока в различных последовательно соединенных участках цепи одинакова.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

7. файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
8. графики исследуемого процесса;
9. анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 7 «Измерение силы тока в электрической цепи» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Измерить силу тока в электрической цепи с помощью датчика силы тока ЦЛ Архимед;
- Доказать, что сила тока в различных последовательно соединенных участках цепи одинакова;
- Научиться измерять силу тока в электрической цепи с помощью датчика силы тока ЦЛ Архимед, получать, обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Датчик тока $\pm 2,5\text{A}$, проволочное сопротивление 2 Ома, источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, (ключ), Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

1. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 1 по фото 2, датчик тока подключите последовательно, соблюдая полярность (красный провод к «+» источника тока, черный к «-»).

Рис.1

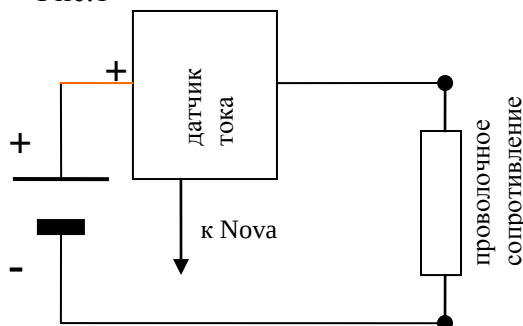
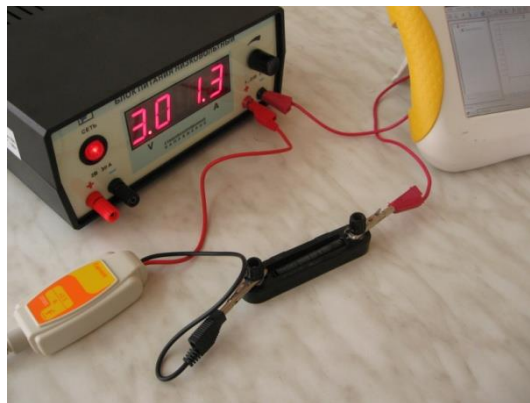


Фото 2



2. Подключите датчик тока к первому порту датчиков Nova5000.
3. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
4. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

5. Настройка параметров измерений

Свойства датчика → **Частота** → **в ручную**

Число замеров → **10**

Порядок проведения эксперимента

6. Включите источник питания и вращая ручку установите напряжение 3В (при работе с батареей, замкните ключ). Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.

7. (делать не обязательно) для большей наглядности и простоты в снятии данных, нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
8. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента, для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина тока) появляются на информационной панели в нижней части окна графика. Запишите показания в таблицу.
9. Для большей наглядности и простоты в снятии данных, выключите источник питания (при работе с батареей, разомкните ключ). Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.
10. (делать не обязательно) для большей наглядности и простоты в снятии данных, нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
11. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 4 по фото 5, датчик тока подключите последовательно, соблюдая полярность (красный провод к «+» источника тока, черный к «-»).

Рис.3

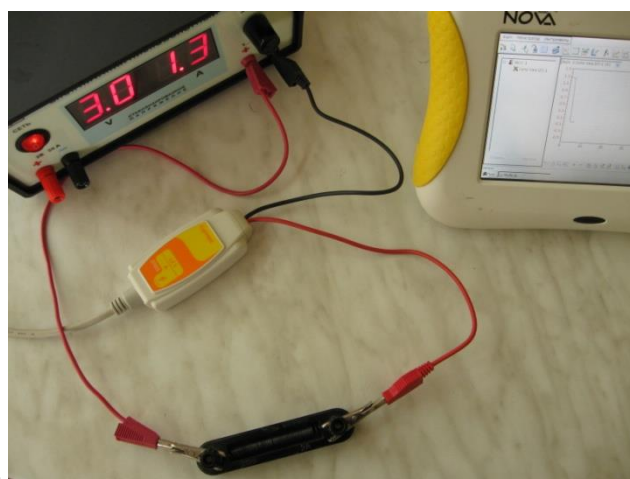
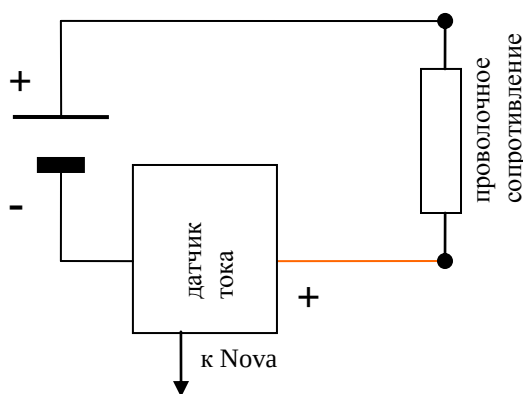


рис.4

12. Включите источник питания и вращая ручку установите напряжение 3В (при работе с батареей, замкните ключ). Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.
 13. (делать не обязательно) для большей наглядности и простоты в снятии данных, нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
 14. Остановите регистрацию, нажав **Стоп**.
- Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.
15. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей концу эксперимента, для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина тока) появляются на информационной панели в нижней части окна графика. Запишите показания в таблицу.
 16. Сравните полученные данные. Сделайте выводы.

Анализ результатов эксперимента

табл.

№ измерения	I (A)
1 (датчик стоит до сопротивления (смотри схему))	
4 (датчик стоит после сопротивления (смотри схему))	

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученные при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №8 «Измерение напряжения на различных участках электрической цепи» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Измерить напряжение на участке цепи, состоящем из двух последовательно соединенных резисторов, и сравнить его с напряжением на концах каждого резистора с помощью датчика напряжения ЦЛ Архимед;
- Доказать, что напряжение на участке цепи, состоящем из двух последовательно соединенных резисторов, равно сумме напряжений на концах каждого резистора;
- Научиться измерять напряжение с помощью датчика напряжения ЦЛ Архимед, обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Датчик напряжения $\pm 25\text{В}$, проволочное сопротивление 1 Ом и 2 Ом, источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

1. Для измерения напряжения на первом сопротивлении R_1 соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 1, датчик напряжения подключается параллельно, соблюдая полярность (красный провод к «+»);.

рис.1

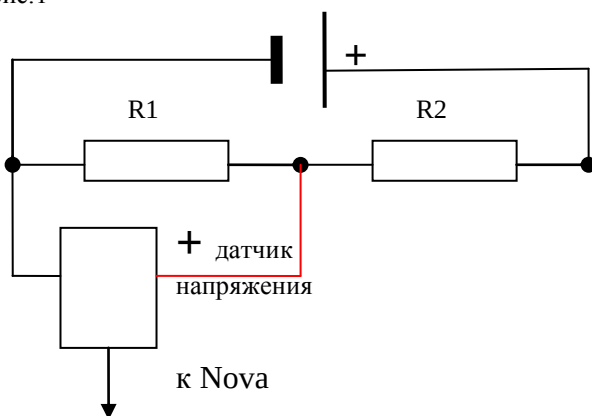
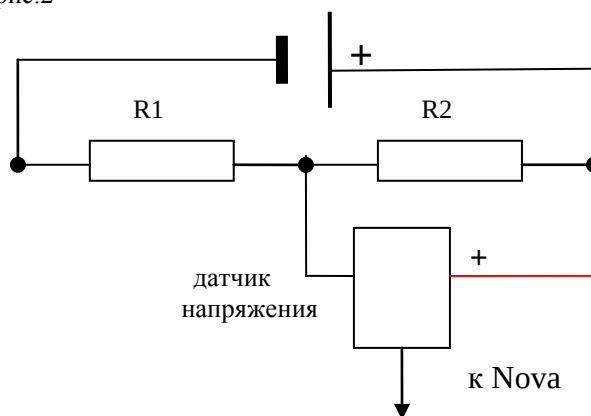


рис.2



2. Подключите датчик напряжения к первому порту датчиков Nova5000, а датчик тока ко второму (делать не обязательно).
3. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
4. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

5. Настройка параметров измерений

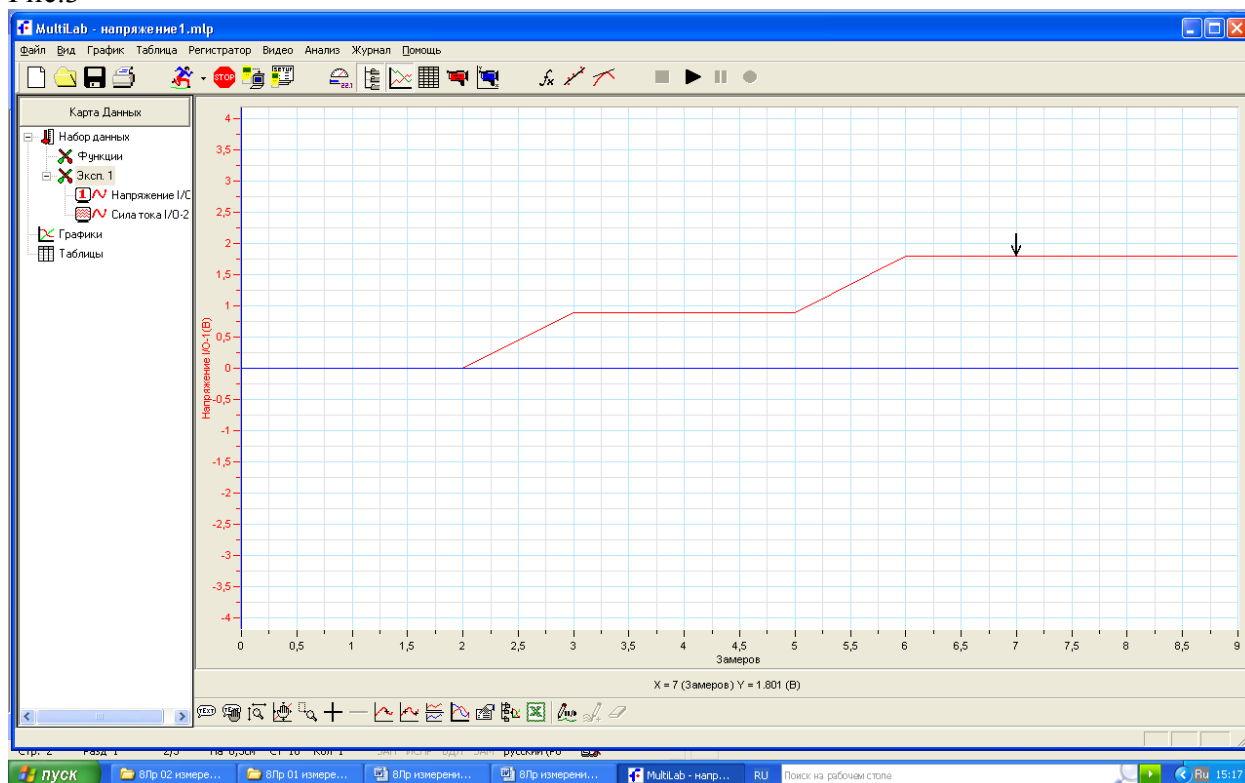
Свойства датчика → Частота → вручную

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

17. Включите источник питания и, вращая ручку, установите напряжение 3В (при работе с батареей замкните ключ).
18. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.
19. (делать не обязательно) Для большей наглядности и простоты в снятии данных нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
20. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента, для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина напряжения) появляются на информационной панели в нижней части окна графика. Запишите показания в таблицу. В нашем случае напряжение $U_1 = 0,882 \text{ В}$, смотри рис. 3.
21. Для измерения напряжения на втором сопротивлении R_2 соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 2, датчик напряжения подключается параллельно, соблюдая полярность (красный провод к «+») и повторите пункты 2 – 4. В нашем случае напряжение $U_2 = 1,801 \text{ В}$, смотри рис. 3.

Рис.3



22. Для измерения напряжения U на участке цепи, состоящем из двух последовательно соединенных резисторов, соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 4, фото 5 и повторите пункты 2 – 4.

рис.4.

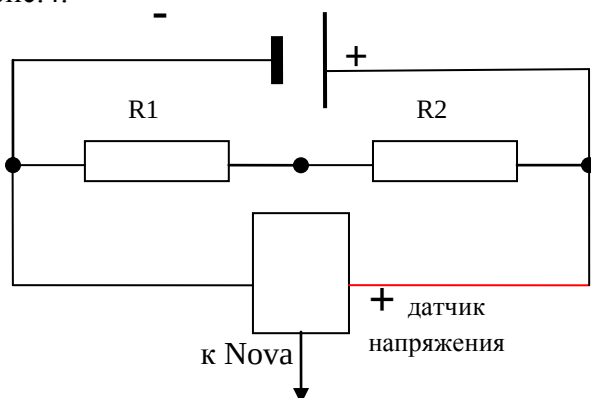
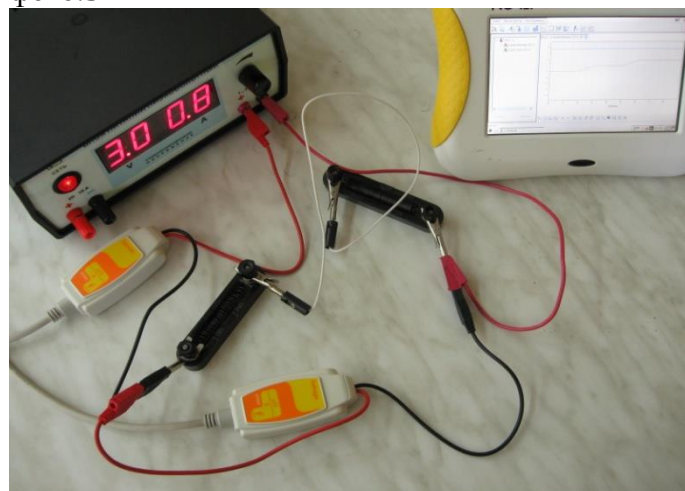


фото.5



23. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**.
Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график

Анализ результатов эксперимента

24. Вычислите сумму напряжений $U_1 + U_2$ и запишите в таблицу. Сделайте вывод.
табл.

U_1 (В)	U_2 (В)	U (В)	$U_1 + U_2$ (В)

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №8 «Измерение напряжения на различных участках электрической цепи» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Измерить напряжение на участке цепи, состоящем из двух последовательно соединенных резисторов, и сравнить его с напряжением на концах каждого резистора с помощью датчика напряжения ЦЛ Архимед;
- Доказать, что напряжение на участке цепи, состоящем из двух последовательно соединенных резисторов, равно сумме напряжений на концах каждого резистора;
- Научиться измерять напряжение с помощью датчика напряжения ЦЛ Архимед, обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Датчик напряжения $\pm 25\text{В}$, проволочное сопротивление 1 Ом и 2 Ом, источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

1. Для измерения напряжения на первом сопротивлении R_1 соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 1, датчик напряжения подключается параллельно, соблюдая полярность (красный провод к «+»);.

Рис.1

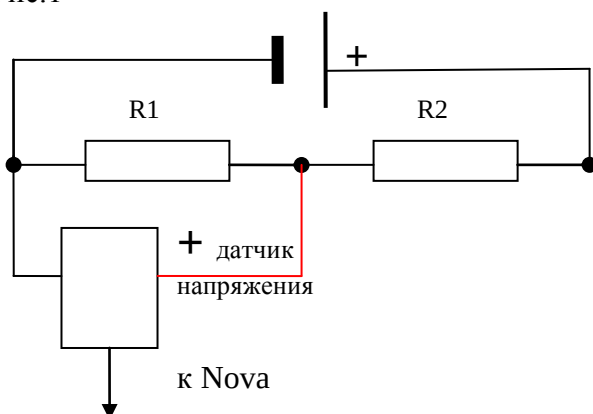
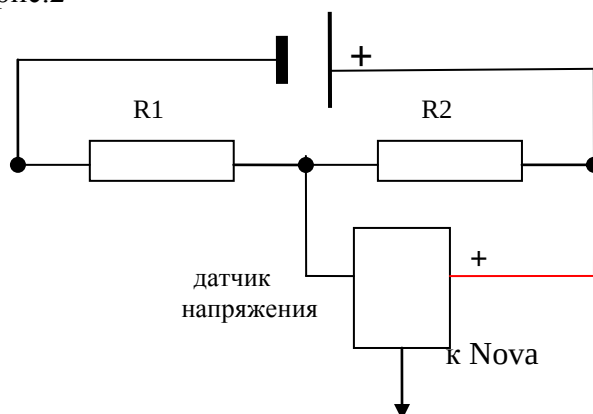


рис.2



2. Подключите датчик напряжения к первому порту датчиков Nova5000, а датчик тока ко второму (делать не обязательно).
3. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
4. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**
5. **Настройка параметров измерений**

Свойства датчика → Частота → вручную

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

6. Включите источник питания и вращая ручку установите напряжение 3В (при работе с батареей замкните ключ).
7. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране;
8. (делать не обязательно) Для большей наглядности и простоты в снятии данных нажмите на кнопку **Старт** еще раз;
9. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента, для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина напряжения) появляются на информационной панели в нижней части окна графика. Запишите показания в таблицу;
10. Для измерения напряжения на втором сопротивлении R_2 соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 2, датчик напряжения подключается параллельно, соблюдая полярность (красный провод к «+») и повторите пункты 2 – 4;
11. Для измерения напряжения U на участке цепи, состоящем из двух последовательно соединенных резисторов, соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 4, фото 5 и повторите пункты 2 – 4;

рис.4.

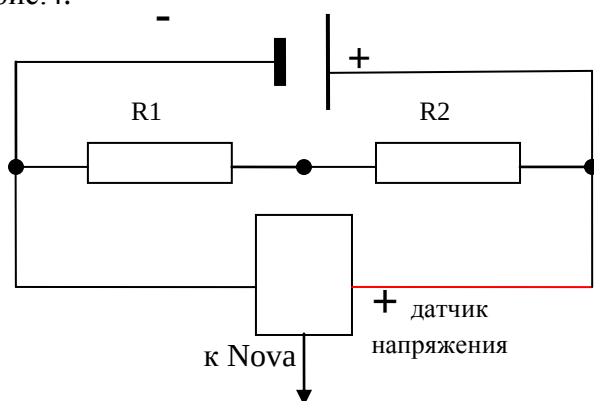
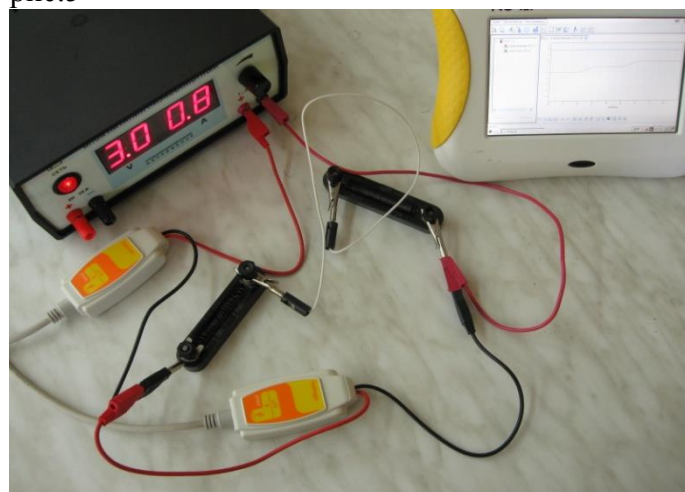


рис.5



12. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**;
- Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график

Анализ результатов эксперимента

13. Вычислите сумму напряжений $U_1 + U_2$ и запишите в таблицу. Сделайте вывод.

табл.

U_1 (В)	U_2 (В)	U (В)	$U_1 + U_2$ (В)

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №9 «Регулирование силы тока реостатом» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Научиться пользоваться реостатом для изменения силы тока в электрической цепи;
- Научиться измерять силу тока в электрической цепи с помощью датчика силы тока ЦЛ Архимед, получать, обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Датчик тока $\pm 2,5\text{A}$, проволочное сопротивление 2 Ома, реостат; источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, (ключ), Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

1. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью (рис. 1, фото 2), датчик тока подключите последовательно, соблюдая полярность (красный провод к «+» источника тока, черный к «- «).

Рис.1

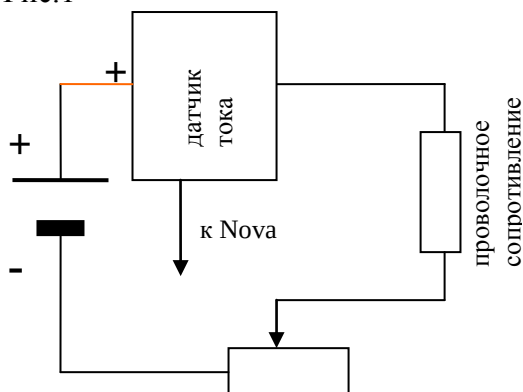
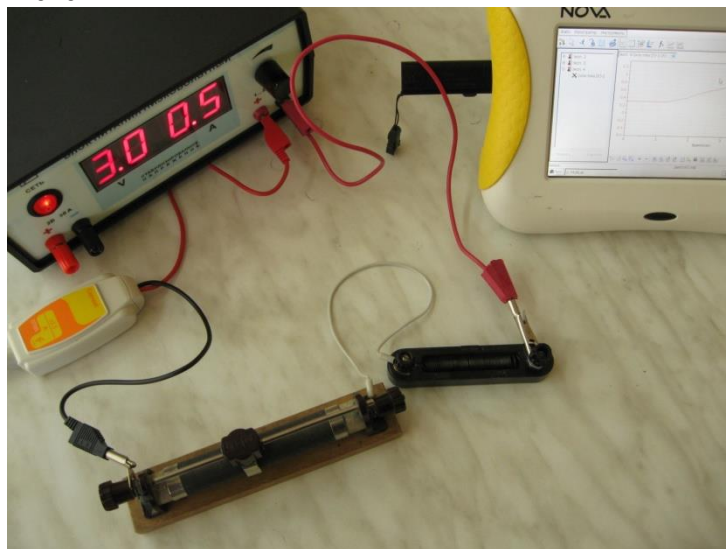


Фото 2



2. Подключите датчик тока к первому порту датчиков Nova5000.
3. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
4. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → Частота → ручную

Число замеров → 10

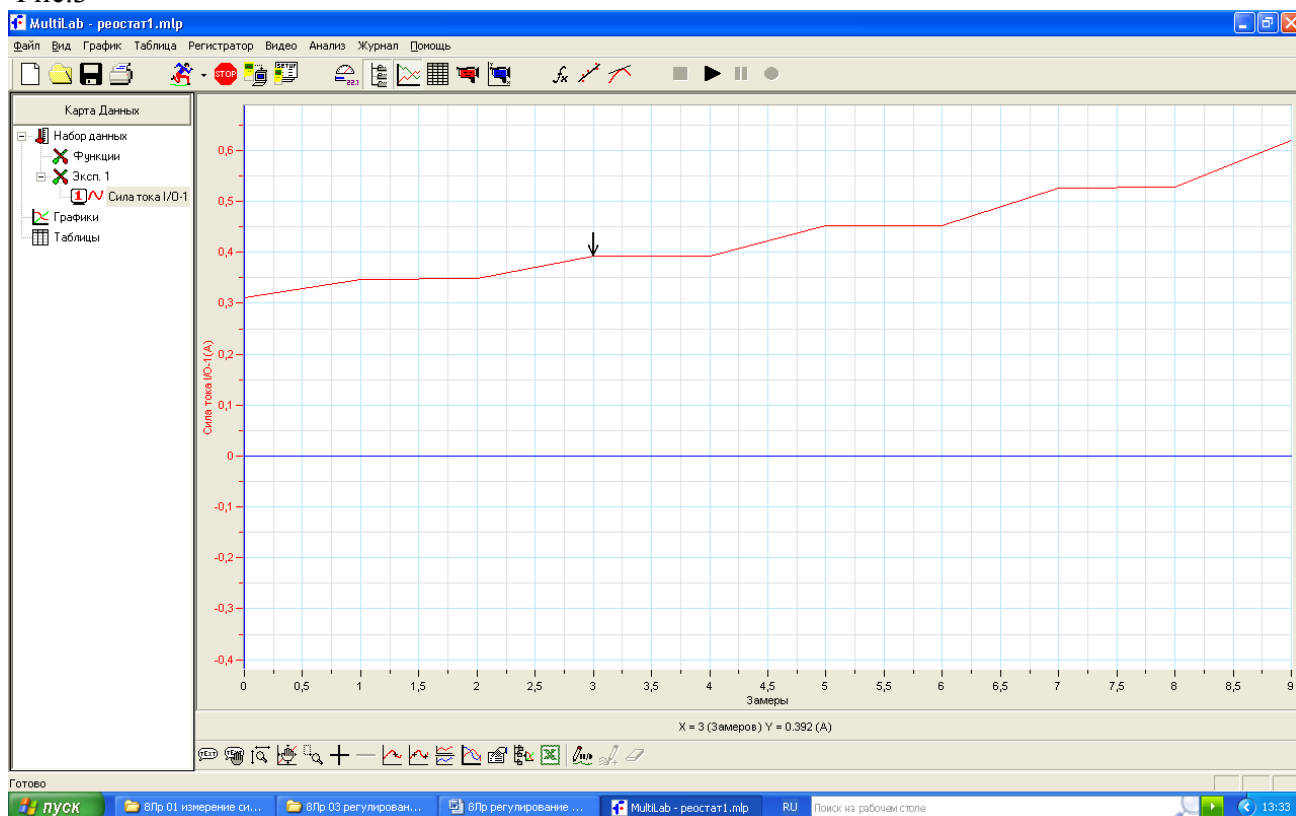
Порядок проведения эксперимента

! Не измеряйте токи, превышающие 2,5 А !

5. Выведите ползунок реостата в положение, соответствующее максимальному сопротивлению реостата.
6. Включите источник питания и, вращая ручку, установите напряжение 3В (при работе с батареей замкните ключ). Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.
7. (делать не обязательно) Для большей наглядности и простоты в снятии данных нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
8. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента, для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина тока) появляются на информационной панели в нижней части окна графика. Запишите показания в таблицу. В нашем случае сила тока $I = 0,311\text{A}$, смотри рис.3.
9. Уменьшите сопротивление реостата, плавно и медленно перемещая его ползунок, (например, на $1/5$ длины реостата), нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
10. Повторите п. 3 и 4. В нашем случае сила тока $I = 0,347\text{ A}$, смотри рис.3.
11. Повторите п. 5 и 6 еще 2-3 раза, записывая показания в таблицу.
12. Остановите регистрацию, нажав **Стоп**.

Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис. 3)

Рис.3



13. Сравните полученные данные. Сделайте выводы.

Анализ результатов эксперимента

табл.

№ измерения	I (A)
0 например $1/5$ длины реостата	0,311
1 $2/5$ длины реостата	0,347
2 $3/5$ длины реостата	0,392

3 и т.д.	
4	

- Таким образом, сила тока при уменьшении длины (сопротивления) реостата возрастает.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа №9 «Регулирование силы тока реостатом» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Научиться пользоваться реостатом для изменения силы тока в электрической цепи;
- Научиться измерять силу тока в электрической цепи с помощью датчика силы тока ЦЛ Архимед, получать, обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Датчик тока $\pm 2,5\text{A}$, проволочное сопротивление 2 Ома, реостат; источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, (ключ), Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

1. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью (рис. 1, фото 2), датчик тока подключите последовательно, соблюдая полярность (красный провод к «+» источника тока, черный к «- «).

Рис.1

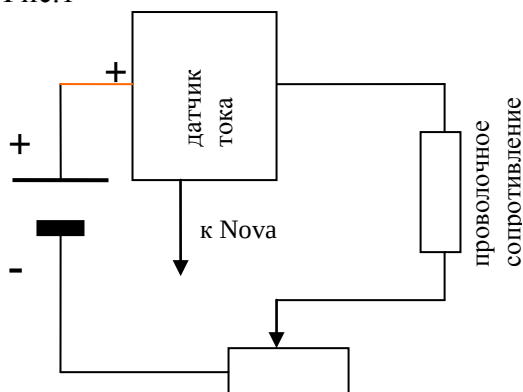
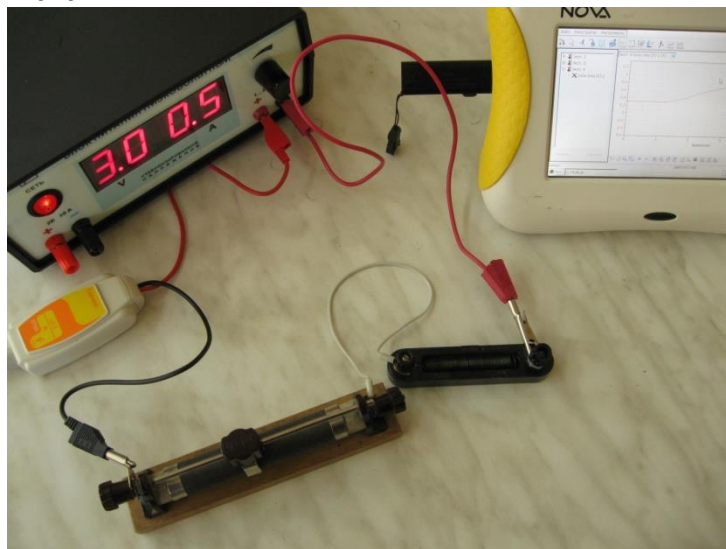


Фото 2



2. Подключите датчик тока к первому порту датчиков Nova5000;
3. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
4. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений

Свойства датчика → Частота → ручную

Число замеров → 10

Порядок проведения эксперимента

! Не измеряйте токи, превышающие 2,5 А !

5. Выведите ползунок реостата в положение, соответствующее максимальному сопротивлению реостата.
 6. Включите источник питания и, вращая ручку, установите напряжение 3В (при работе с батареей, замкните ключ). Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчика будут отражаться на экране.
 7. (делать не обязательно) Для большей наглядности и простоты в снятии данных нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
 8. Подведите 1-й курсор к точке на графике, соответствующей началу эксперимента, для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина тока) появляются на информационной панели в нижней части окна графика. Запишите показания в таблицу.
 9. Уменьшите сопротивление реостата, плавно и медленно перемещая его ползунок, (например, на 1/5 длины реостата), нажмите на кнопку **Старт** еще раз.
 10. Повторите п. 3 и 4.
 11. Повторите п. 5 и 6 еще 2-3 раза, записывая показания в таблицу.
 12. Остановите регистрацию, нажав **Стоп**.
- Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.
13. Сравните полученные данные. Сделайте выводы.

Анализ результатов эксперимента

табл.

№ измерения	I (A)
0 например 1/5 длины реостата	
1 2/5 длины реостата	
2 3/5 длины реостата	
3 и т.д.	
4	

- Таким образом, сила тока при уменьшении длины (сопротивления) реостата возрастает.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 10 «Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Измерить сопротивление проводника с помощью датчиков напряжения и силы тока ЦЛ Архимед;
- Доказать, что сопротивление проводника не зависит от силы тока в нем и напряжения на его концах;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

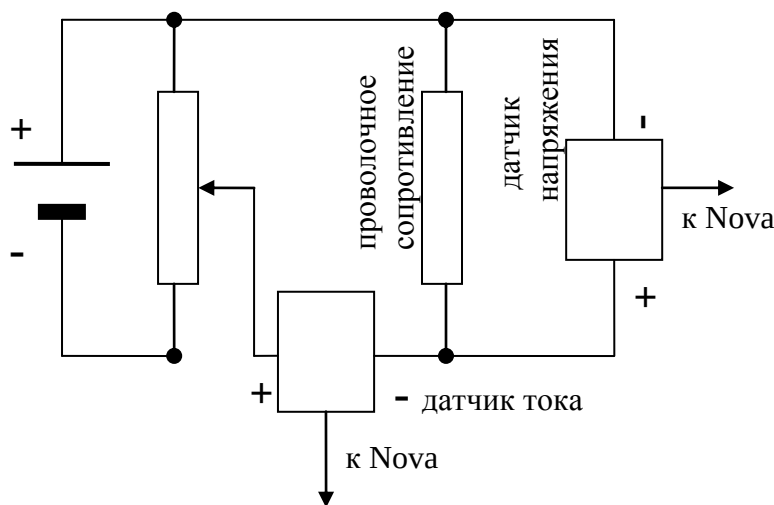
Оборудование и материалы:

Датчик напряжения $\pm 25\text{В}$, датчик тока $\pm 2,5\text{А}$, проволочное сопротивление, реостат (10-15 Ом), источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, Nova5000.

Ход работы:

- **Монтаж экспериментальной установки** для измерения сопротивления с помощью ЦЛ Архимед:

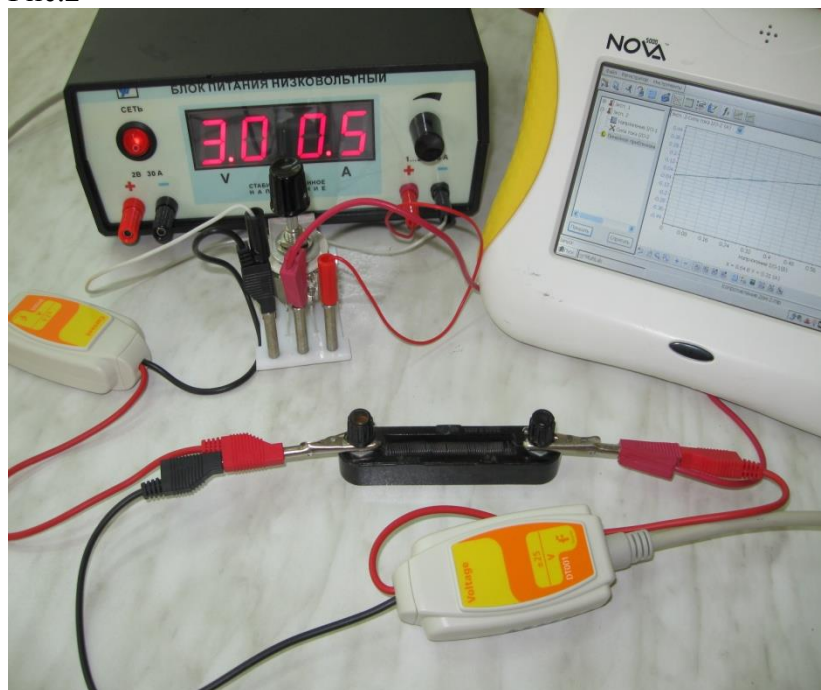
Рис.1.



1. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 1, фото 2, подсоедините реостат как потенциометр, датчик тока подключается последовательно, датчик напряжения параллельно;
2. Подключите датчик напряжения к первому порту датчиков Nova5000, а датчик тока ко второму;
3. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
4. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

Настройка параметров измерений
Свойства датчика → **Частота** → **вручную**
Число замеров → **10**

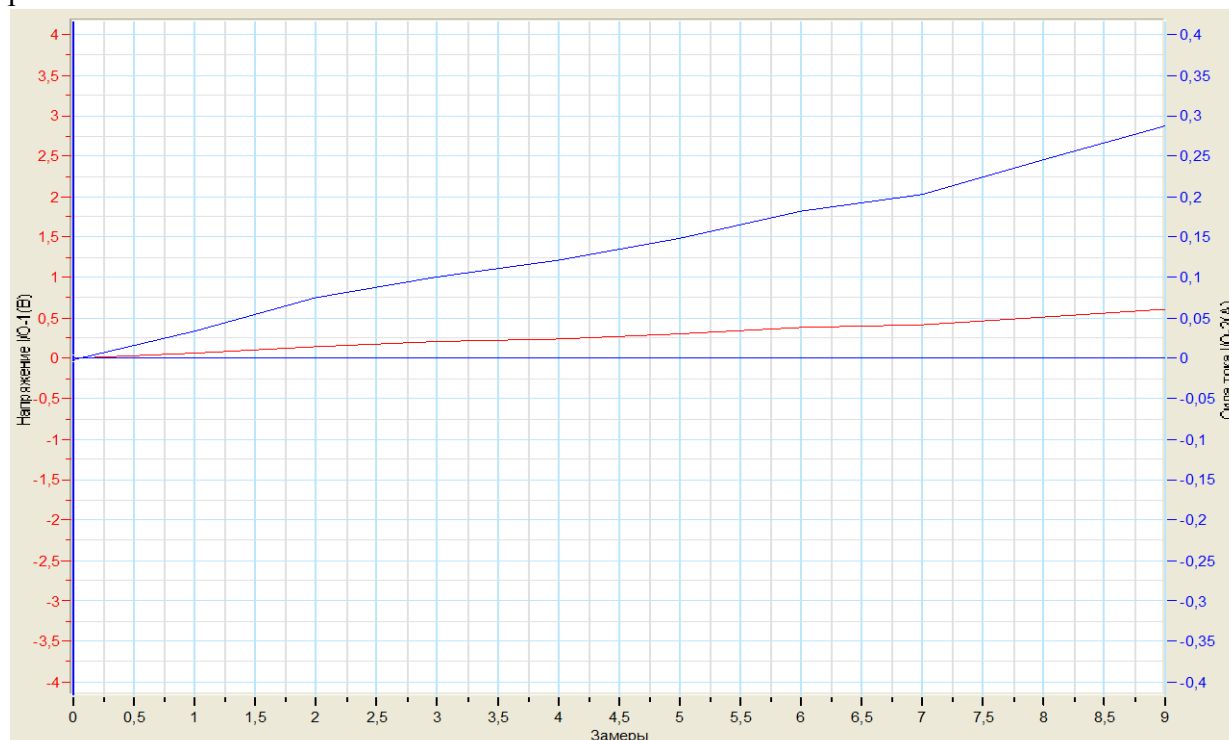
Рис.2



Порядок проведения эксперимента

5. Установите ползунок реостата в положение, при котором напряжение минимально, и зафиксируйте первый результат измерения вручную;
6. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка);
7. Показания датчиков будут отражаться на экране;
8. Постепенно увеличивайте напряжение на клеммах проволочного сопротивления (вращая ручку потенциометра по часовой стрелке), после каждого изменения, фиксируйте данные эксперимента, нажимая кнопку **Старт**;
9. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**;
10. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис. 3)

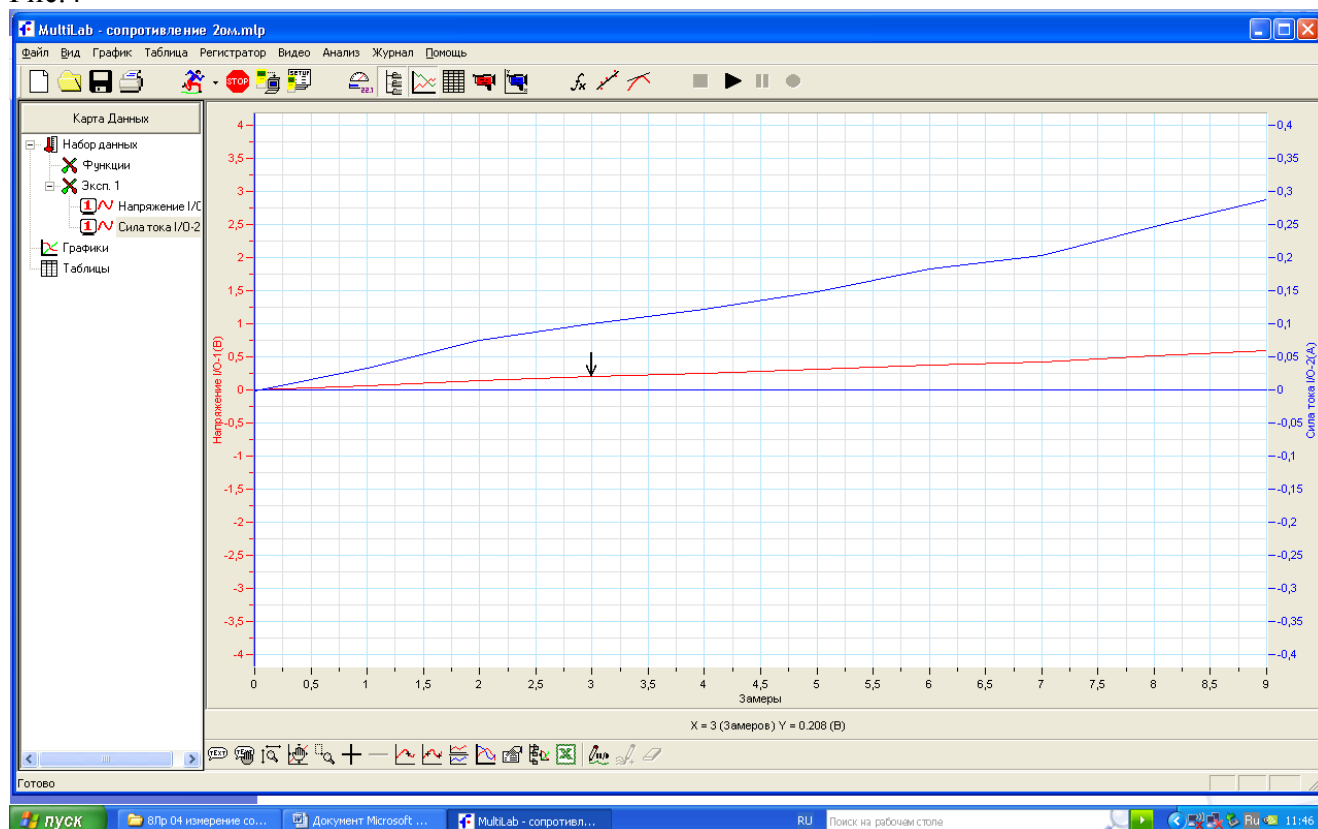
рис.3



Анализ результатов эксперимента

11. Выберите в одном измерительном интервале участки графиков напряжения и тока без «изломов», например от 3 до 5.
12. Подведите 1-й курсор к точке на графике напряжения, соответствующей номеру измерения эксперимента (например - № 3). Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина напряжения) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков. В нашем случае $U_3 = 0,208\text{В}$, смотри рис. 4.

Рис.4



13. Внесите величину напряжения в таблицу.
14. Повторите п.8 для определения величины напряжения для 4 и 5 номера измерения и внесите величину напряжения в таблицу (в нашем случае $U_4 = 0,245\text{В}$ и $U_5 = 0,306\text{В}$).
15. Для определения величины тока, скрыв график напряжения, повторите п.8 и 9 и внесите величину тока в таблицу (в нашем случае $I_3 = 0,1\text{А}$, $I_4 = 0,122\text{А}$, $I_5 = 0,149\text{А}$).
16. Рассчитайте величину сопротивления по формуле $R = U/I$ (в нашем случае $R = 2,08\text{А}$).
17. Чтобы доказать, что сопротивление проводника не зависит от силы тока в нем и напряжения на его концах, рассчитайте для каждого измерения величину сопротивления (смотри табл.)

табл.

№ измерения	U (В)	I (А)	R (Ом)
3	0,208	0,1	2,08
4	0,245	0,122	2,008
5	0,306	0,149	2,05

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 10 «Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Измерить сопротивление проводника с помощью датчиков напряжения и силы тока ЦЛ Архимед;
- Доказать, что сопротивление проводника не зависит от силы тока в нем и напряжения на его концах;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

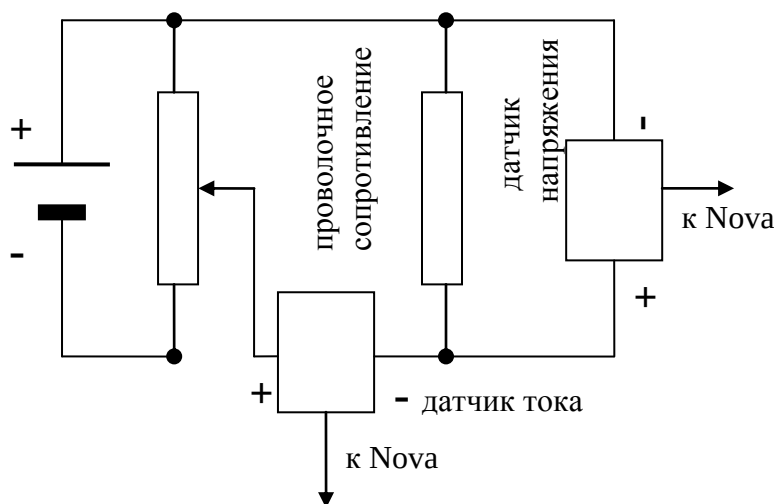
Датчик напряжения $\pm 25\text{В}$, датчик тока $\pm 2,5\text{А}$, проволочное сопротивление, реостат (10-15 Ом), источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

для измерения сопротивления с помощью ЦЛ Архимед:

Рис.1.



1. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 1, фото 2, подсоедините реостат как потенциометр, датчик тока подключается последовательно, датчик напряжения параллельно.
2. Подключите датчик напряжения к первому порту датчиков Nova5000, а датчик тока ко второму.
3. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab
4. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

5. **Настройка параметров измерений**
Свойства датчика → **Частота** → **вручную**
Число замеров → **10**

Фото 2



Порядок проведения эксперимента

6. Установите ползунок реостата в положение, при котором напряжение минимально, и зафиксируйте первый результат измерения вручную.
7. Начните регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка).
8. Показания датчиков будут отражаться на экране.
9. Постепенно увеличивайте напряжение на клеммах проволочного сопротивления (вращая ручку потенциометра по часовой стрелке), после каждого изменения, фиксируйте данные эксперимента, нажимая кнопку **Старт**.
10. Остановите регистрацию, нажав на **Стоп**.
11. Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

12. Выберите в одном измерительном интервале участки графиков напряжения и тока без «изломов».
13. Подведите 1-й курсор к точке на графике напряжения, соответствующей номеру измерения эксперимента. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина напряжения) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
14. Внесите величину напряжения в таблицу.
15. Повторите п.8 для определения величины напряжения для других ближайших номеров измерения и внесите величину напряжения в таблицу.
16. Для определения величины тока, скрыв график напряжения, повторите п.8 и 9 и внесите величину тока в таблицу.
17. Рассчитайте величину сопротивления по формуле $R = U/I$ и внесите величину сопротивления в таблицу.
18. Чтобы доказать, что сопротивление проводника не зависит от силы тока в нем и напряжения на его концах, рассчитайте для каждого измерения величину сопротивления и внесите в таблицу.

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 11 «Коэффициент полезного действия электрического двигателя» (Инструкция для учителя)

Цель работы:

- Вычислить коэффициент полезного действия (КПД) электрического двигателя при поднятии тела в вертикальной плоскости;
- Убедиться на опыте, что полезная работа меньше затраченной;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Груз массой 100г, штатив, линейка с пределом измерения 100см, электродвигатель (ЭД) с нитью, ключ, датчик напряжения $\pm 25\text{В}$, датчик тока $\pm 2,5\text{А}$, источник питания (батареи 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

для нахождения КПД электродвигателя помощью ЦЛ Архимед:

1. Закрепите ЭД в штативе на высоте 60 – 100см.
2. Подвесьте груз массой m за нить электродвигателя.
3. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 1 (по фото 2), датчик тока подключается последовательно, датчик напряжения параллельно.
4. Подключите датчик напряжения к первому порту датчиков Nova5000, а датчик тока ко второму

Рис.1.

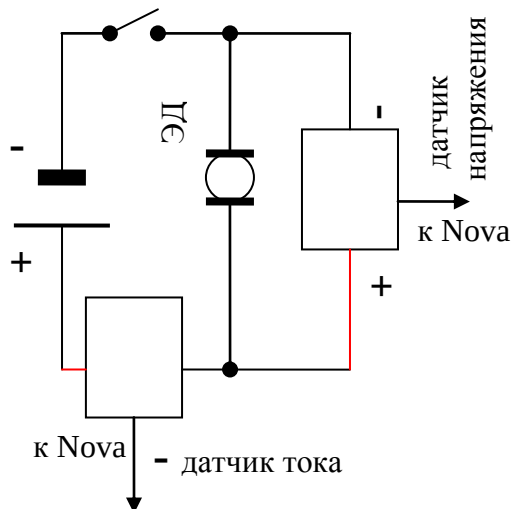
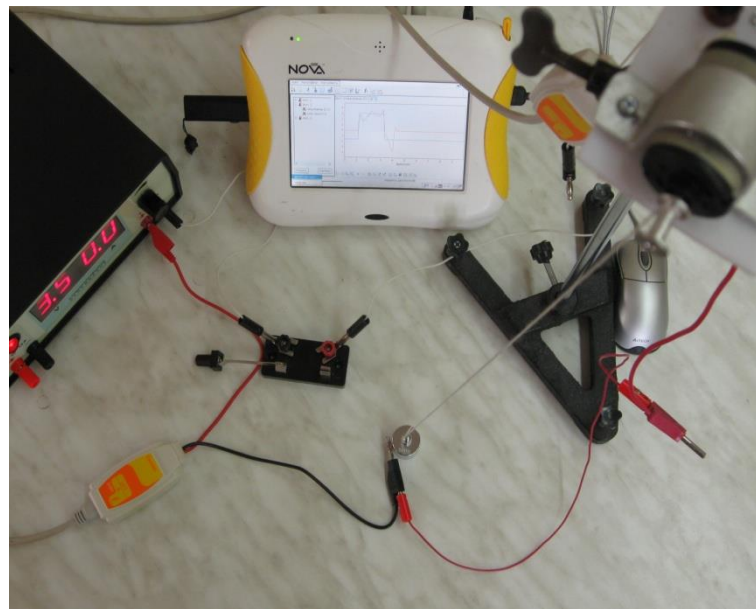


Фото.2



5. Включите Nova, выберите команду Пуск → Программы → Наука → MultiLab и запустите программу MultiLab.
6. В программе MultiLab установите параметры измерений: Регистратор → Настройка

7. Настройка параметров измерений
Свойства датчика → Частота → 10 замеров/с

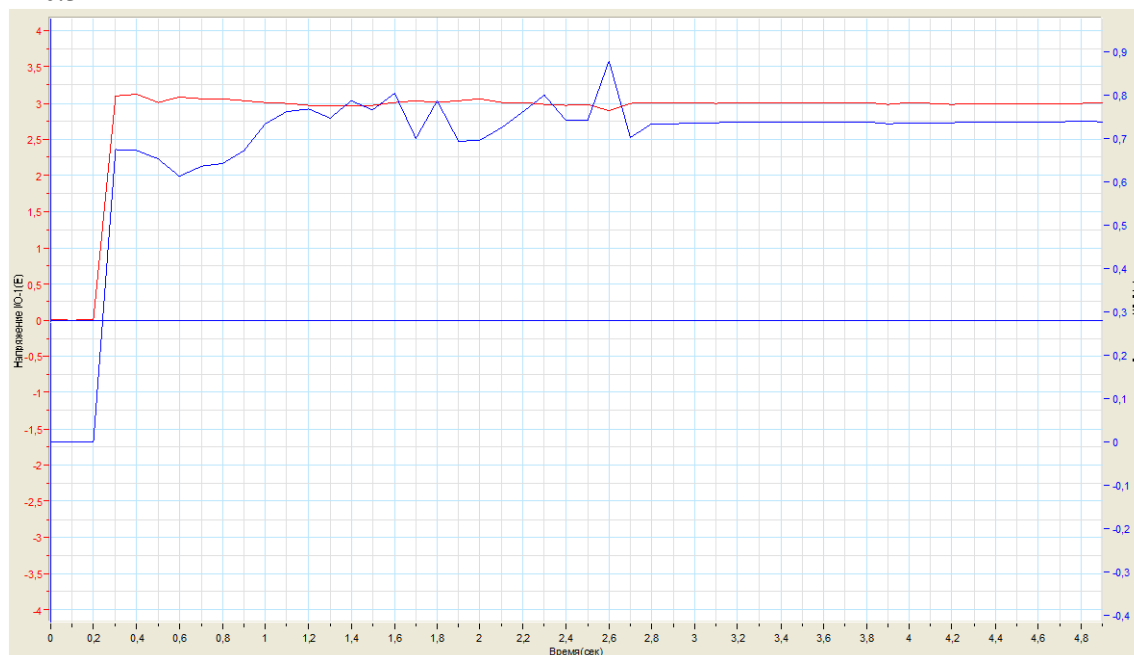
Число замеров → 50, время эксперимента = 5с

Порядок проведения эксперимента

8. Установите напряжение на источнике питания $U = 3,5В$.
9. Начните регистрацию данных, для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчиков будут отражаться на экране.
10. Замкните ключ. Груз начнет подниматься. Достигнув оси вращения ЭД, разомкните ключ и остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или она остановится автоматически.

Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график (смотри рис. 3)

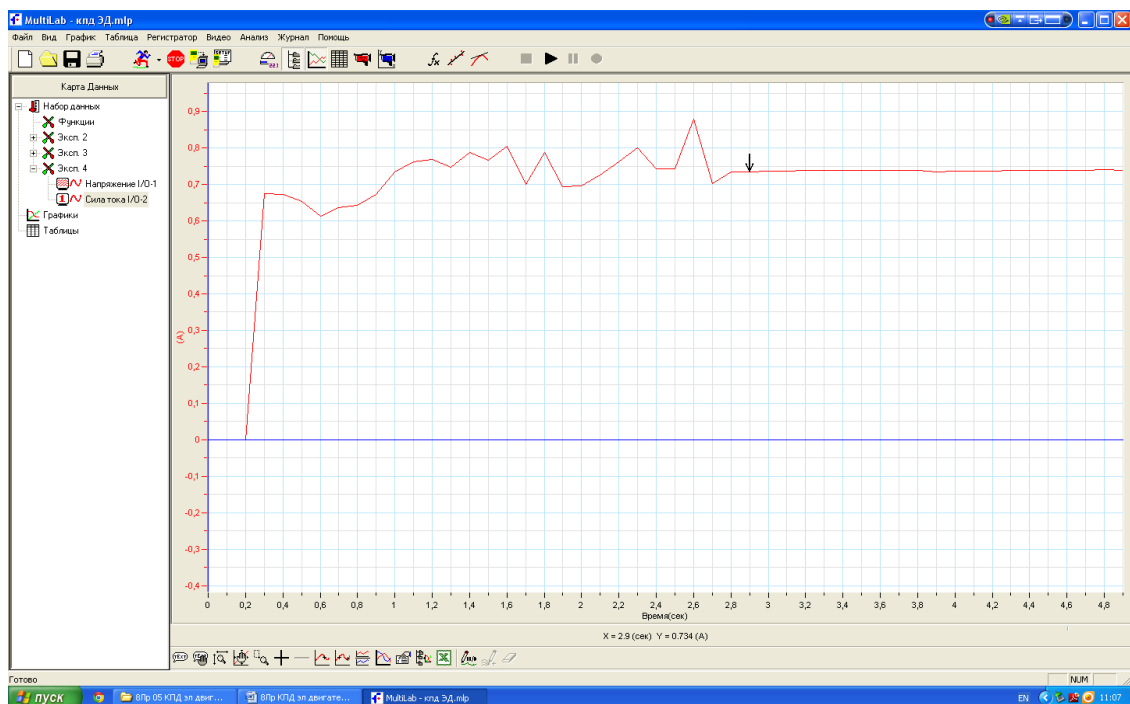
Рис.3



Анализ результатов эксперимента

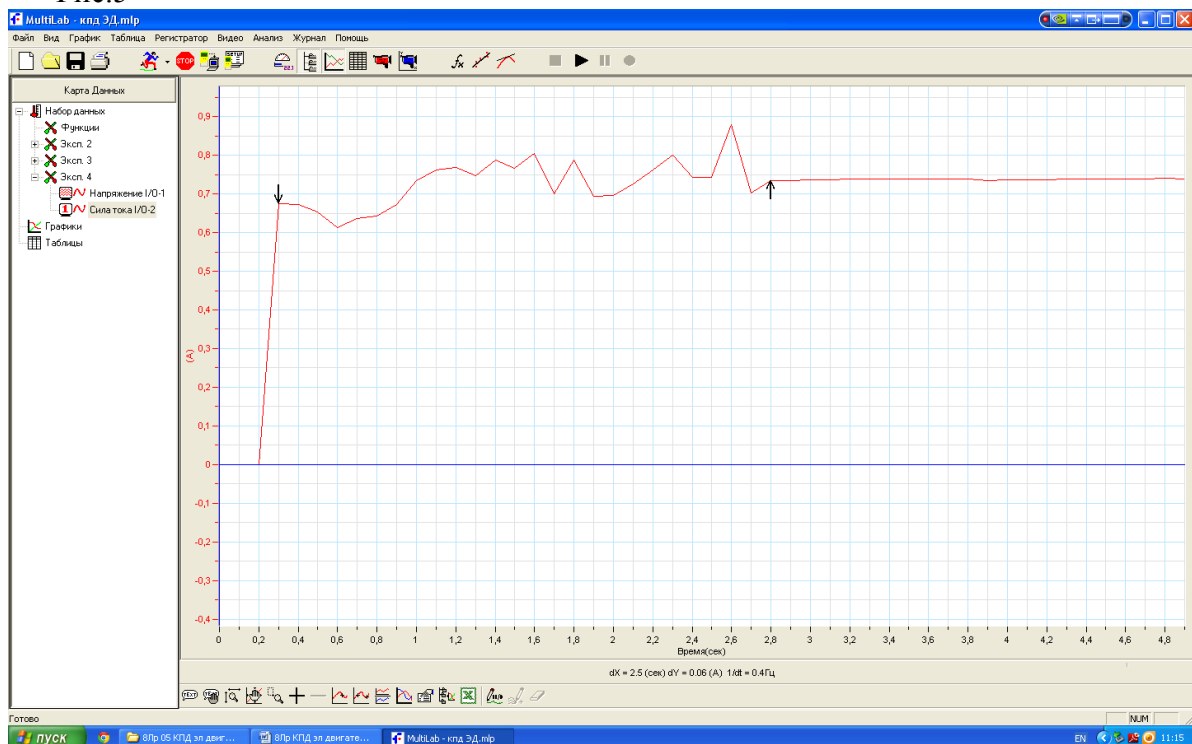
11. Определите по графикам напряжение на ЭД и силу тока, протекающего через него во время поднятия груза.
12. Подведите 1-й курсор к точке на графике напряжения, а затем силы тока соответствующей номеру измерения эксперимента. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные (координаты курсора - номер измерения и величина напряжения) появляются на информационной панели в нижней части окна графиков. В нашем случае $U = 3В$, $I = 0,734А$ смотри рис. 4.

Рис.4



13. Внесите величину напряжения и силы тока и другие полученные данные в таблицу.
14. Измерьте линейкой высоту поднятия груза h .
15. По графику, с помощью двух курсоров, определите время подъема t , смотри рис.5.

Рис.5



16. Рассчитайте величину полезной работы по формуле $A_{\text{п}} = m g h$, где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.
17. Рассчитайте величину затраченной работы по формуле $A_{\text{з}} = U I t$.
18. Рассчитайте КПД электродвигателя по формуле $\text{КПД} = A_{\text{полезная}} / A_{\text{затраченная}}$.
19. Внесите полученные значения в таблицу и сделайте соответствующие выводы о величине полезной и затраченной работы и значении КПД.

табл.

№ измерения	U (В)	I (А)	m (кг)	h (м)	t (с)	A _п (Дж)	A _з (Дж)	КПД
	3	0,734	0,1	0,61	2,5	0,6	5,5	0.1

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными(*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.

Лабораторная работа № 11 «Коэффициент полезного действия электрического двигателя» (Инструкция для ученика)

Цель работы:

- Вычислить коэффициент полезного действия (КПД) электрического двигателя при поднятии тела в вертикальной плоскости;
- Убедиться на опыте, что полезная работа меньше затраченной;
- Научиться обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью ПО MultiLab.

Оборудование и материалы:

Груз массой 100г, штатив, линейка с пределом измерения 100см, электродвигатель (ЭД) с нитью, ключ, датчик напряжения $\pm 25\text{В}$, датчик тока $\pm 2,5\text{А}$, источник питания (батарейки 1,5В – 2-3 шт. или стабилизированное), соединительные провода, Nova5000.

Ход работы:

Монтаж экспериментальной установки

для нахождения КПД электродвигателя помощью ЦЛ Архимед:

1. Закрепите ЭД в штативе на высоте 60 – 100см.
2. Подвесьте груз массой m за нить электродвигателя.
3. Соберите оборудование в соответствии с электрической цепью рис. 1 (по фото 2), датчик тока подключается последовательно, датчик напряжения параллельно.
4. Подключите датчик напряжения к первому порту датчиков Nova5000, а датчик тока ко второму.

Рис.1.

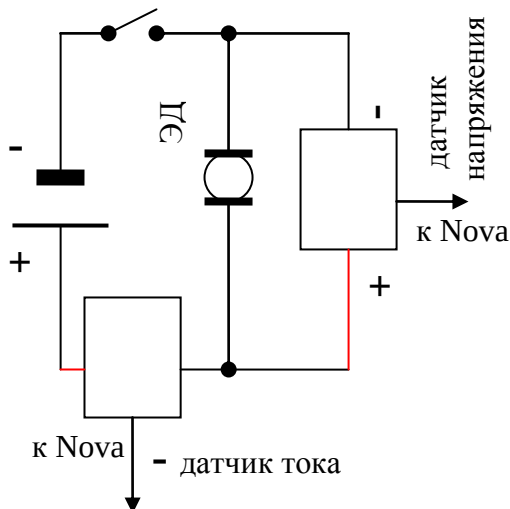
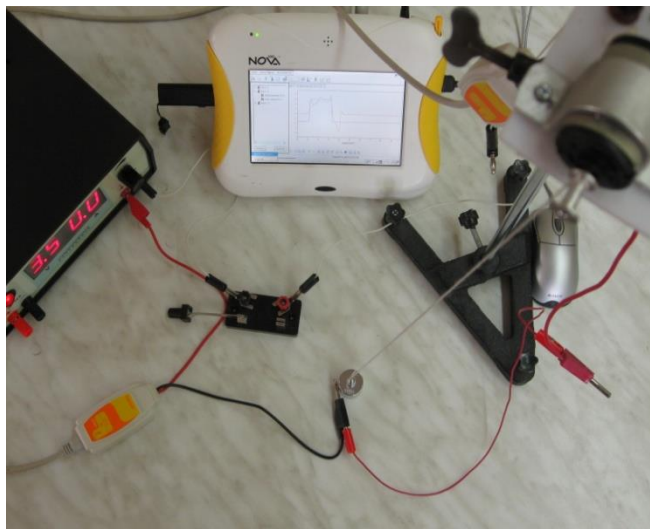


Фото.2



5. Включите Nova, выберите команду **Пуск** → **Программы** → **Наука** → **MultiLab** и запустите программу MultiLab.
6. В программе MultiLab установите параметры измерений: **Регистратор** → **Настройка**

7. Настройка параметров измерений
Свойства датчика → Частота → 10 замеров/с
Число замеров → 50, время эксперимента = 5с
Порядок проведения эксперимента

8. Установите напряжение на источнике питания $U = 3,5В$.
9. Начните регистрацию данных, для этого нажмите кнопку **Старт** (символ бегущего зеленого человечка). Показания датчиков будут отражаться на экране.
10. Замкните ключ. Груз начнет подниматься. Достигнув оси вращения ЭД, разомкните ключ и остановите регистрацию, нажав на **Стоп**, или она остановится автоматически.

Рассмотрите и проанализируйте полученный на экране график.

Анализ результатов эксперимента

11. Определите по графикам напряжение на ЭД и силу тока, протекающего через него во время поднятия груза.
12. Подведите 1-й курсор к точке на графике напряжения или силы тока, соответствующей номеру измерения эксперимента. Для этого на панели инструментов графика нажмите на кнопку **1-й курсор** и перетащите курсор стилусом (или кнопками **Вперед** и **Назад**) в точку на графике, соответствующую номеру измерения. Полученные данные появляются на информационной панели в нижней части окна графиков.
13. Внесите величину напряжения и силы тока и другие полученные данные в таблицу.
14. Измерьте высоту поднятия груза h .
15. По графику с помощью двух курсоров, определите время подъема t .
16. Рассчитайте величину полезной работы по формуле $A_{\text{п}} = m g h$, где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.
17. Рассчитайте величину затраченной работы по формуле $A_{\text{з}} = U I t$.
18. Рассчитайте КПД электродвигателя по формуле $\text{КПД} = A_{\text{полезная}} / A_{\text{затраченная}}$.
19. Внесите полученные значения в таблицу и сделайте соответствующие выводы о величине полезной и затраченной работы и значении КПД.

табл.

№ измерения	U (В)	I (А)	m (кг)	h (м)	t (с)	$A_{\text{п}}$ (Дж)	$A_{\text{з}}$ (Дж)	КПД

Отчет по лабораторной работе в электронном виде

должен содержать:

- файлы с данными (*.mlp), полученными при проведении эксперимента;
- графики исследуемого процесса;
- анализ и выводы результатов эксперимента.