



**Томский политехнический университет  
Факультет естественных наук и математики  
Кафедра теоретической и  
экспериментальной физики**

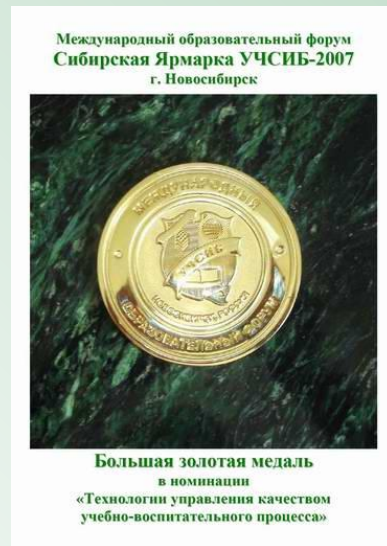
**Комплекс  
лабораторных работ  
Laboratory Simulations 1.2  
для изучения физических  
моделей на компьютере**



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

**Комплекс Laboratory Simulations 1.2** разработан Ревинской О.Г. и Кравченко Н.С., сотрудниками кафедры теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета. Комплекс прошел государственную регистрацию ВНИЦ № 50200501393 от 03.10.2005 г.

Комплекс отмечен следующими наградами:





# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## Комплекс **Laboratory Simulations 1.2** включает:

- комплект авторских программных продуктов, моделирующих физические процессы
- комплект методических пособий (общий объем более 300 страниц)
- комплект рабочих тетрадей



## Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

# Комплекс Laboratory Simulations 1.2

- рассчитан на 2-4 семестра изучения курса общей физики  
(1 и 2 курсы)
- включает 20 лабораторных работ по четырем разделам курса общей физики: механика, жидкости и газы, колебания и волны, электричество и магнетизм



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## Комплект методических пособий

- рассчитан на студентов высших учебных заведений технических и физико-математических специальностей
- может быть полезен преподавателям и аспирантам при подготовке к проведению лабораторных занятий
- содержит методические рекомендации по подготовке к работе, по выполнению исследований, обработке результатов и оформлению отчетов по выполненной работе

## Комплект рабочих тетрадей

- направлен на развитие навыков оформления отчетов о результатах физических исследований
- отражают этапы выполнения работы и обработки результатов



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## Методическое описание каждой лабораторной работы включает:

- Цель работы
- Подробное описание теории, на которой построена работа
- Обоснование и вывод рабочих формул
- Дополнительная информация
- Описание компьютерной модели изучаемого физического процесса
- Рекомендуемые варианты выполнения работы
- Методика и порядок выполнения работы
- Вопросы для самоконтроля



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## Список лабораторных работ

### Механика

[МодМ - 01. Определение ускорения свободного падения](#)

[МодМ - 02. Второй закон Ньютона](#)

[МодМ - 03. Закон сохранения импульса](#)

[МодМ - 04. Момент инерции твердого тела](#)

[МодМ – 06. Реактивное движение](#)

[МодМ – 07. Движение инертного тела в гравитационном поле](#)

### Жидкости и газы

[МодТ - 01. Вытекание жидкости из малого отверстия](#)

[МодТ - 02. Движение тела в вязкой среде](#)

[МодТ - 03. Движение броуновской частицы](#)



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## Список лабораторных работ

### Колебания и волны

[МодК – 01. Свободные гармонические колебания](#)

[МодК – 02. Затухающие колебания](#)

[МодК – 03. Вынужденные колебания](#)

[МодК – 04. Сложение перпендикулярных колебаний](#)

[МодК – 05. Сложение колебаний. Биения](#)

[МодК – 06. Гармонический анализ](#)

[МодК – 07. Связанные колебания](#)

### Электричество и магнетизм

[МодЭ – 01. Движение заряженной частицы во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях](#)

[МодЭ – 02. Движение заряженной частицы в параллельных электрическом и магнитном полях](#)

[МодЭ – 03. Электростатическое поле](#)

[МодЭ – 04. Движение заряженной частицы в кулоновском поле](#)





# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодМ – 01. Определение ускорения свободного падения

**Определение ускорения свободного падения: ЭКСПЕРИМЕНТ**

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

**Планета:**

Сатурн

Масса:  $5,7 \cdot 10^{26}$  кг;  
Радиус: 60000 км

**Секундомер**

Время: **12,309** с

Пуск Сброс

h, м

Изменение высоты падения h (м)

Высота: 800,00 м

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

### Цель работы:

Изучение одномерного равноускоренного движения.

Определение ускорения свободного падения на одной из планет Солнечной системы (например, на Сатурне)

[Список работ](#)



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодМ – 02. Второй закон Ньютона

Проверка второго закона Ньютона: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

**Тело:**

дерево

Плотность  $0,4 \cdot 10^3 \text{ г/м}^3$

Объем  $2,850 \text{ м}^3$

**Движение**

с учетом трения

**Секундомер**

Время: **4,218** с

Пуск Сброс

Масса груза: 600 г

Масса груза (г):

500 600 700 800

Ход работы  Завершить эксперимент  Завершение работы

**Цель работы:**

Изучение второго закона Ньютона.

Определение массы движущегося тела и коэффициента трения тела о поверхность.

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодМ – 03. Закон сохранения импульса

Закон сохранения импульса: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Тело: Тело A Тело B Тело C  
Тело D Тело E Тело F

Масса: 1,0 кг  
Скорость: 2,0 м/с

Относительная масса первого осколка:

0,1 0,3 0,5 0,7 0,9

Начать эксперимент

Секундомеры:

1 осколок: 11,876 с  
2 осколок: 2,474 с

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

Цель работы:

Проверка закона сохранения импульса.

Изучение движения осколков разорвавшегося тела.

Определение начального импульса разорвавшегося тела.

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодМ – 04. Момент инерции твердого тела

**Момент инерции твердого тела: ЭКСПЕРИМЕНТ**

Содержание Язык Сервис Информация Ход работы Описание Завершение работы

**Тело**  
(прямоугольная призма)  
Масса: 2,83 кг  
Размеры:  
 $h = 4,8$  см  
 $a = 11,78$  см

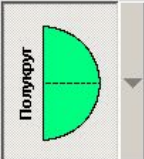
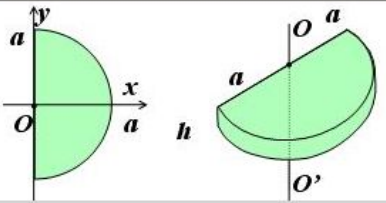
Сечение:  Полуциркуль

Схема: 

**Шарик:**  
Масса: 0,50 кг  
Начальная скорость:  см/с  
Координаты точки удара:  $X = 0,0$  см,  $Y = 11,0$  см

**Секундомер:**  
Количество оборотов:   
Время:  с  
Тело выполнило 0 оборотов

Координаты оси вращения:  
 $X = 4,4$  см  $Y = 0,0$  см

### Цель работы:

Изучение особенностей вращательного движения абсолютно твердого тела.

Экспериментальное определение положения центра инерции и момента инерции твердого тела относительно оси, проходящей через центр инерции.

[Список работ](#)



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодМ – 06. Реактивное движение

**"Ракета":**  
масса: 12,5 кг

**"Топливо":** газ Хлористый водород

Масса: 0,278 кг      Температура: 330 К  
Молярная масса: 0,036 кг/моль      Объем: 89,77 л  
Длина топливного бака: 42,97 см      Давление: 2,297 атм  
Диаметр сопла: 10 мм

Режим вытекания "топлива":  
 при постоянном давлении  
 при постоянном объеме

**Секундомер:**

Расстояние между датчиками (фиксировать положение "ракеты" через каждые...)	x (м)	t (с)
0,0	0,0	0,0000
2,0	2,0	1,1909
4,0	4,0	1,6832
6,0	6,0	2,0604

200 см

Стоп

Начальное положение

Ход работы      Описание      Завершение работы

### Цель работы:

Изучение реактивного движения как движения тела с переменной массой.

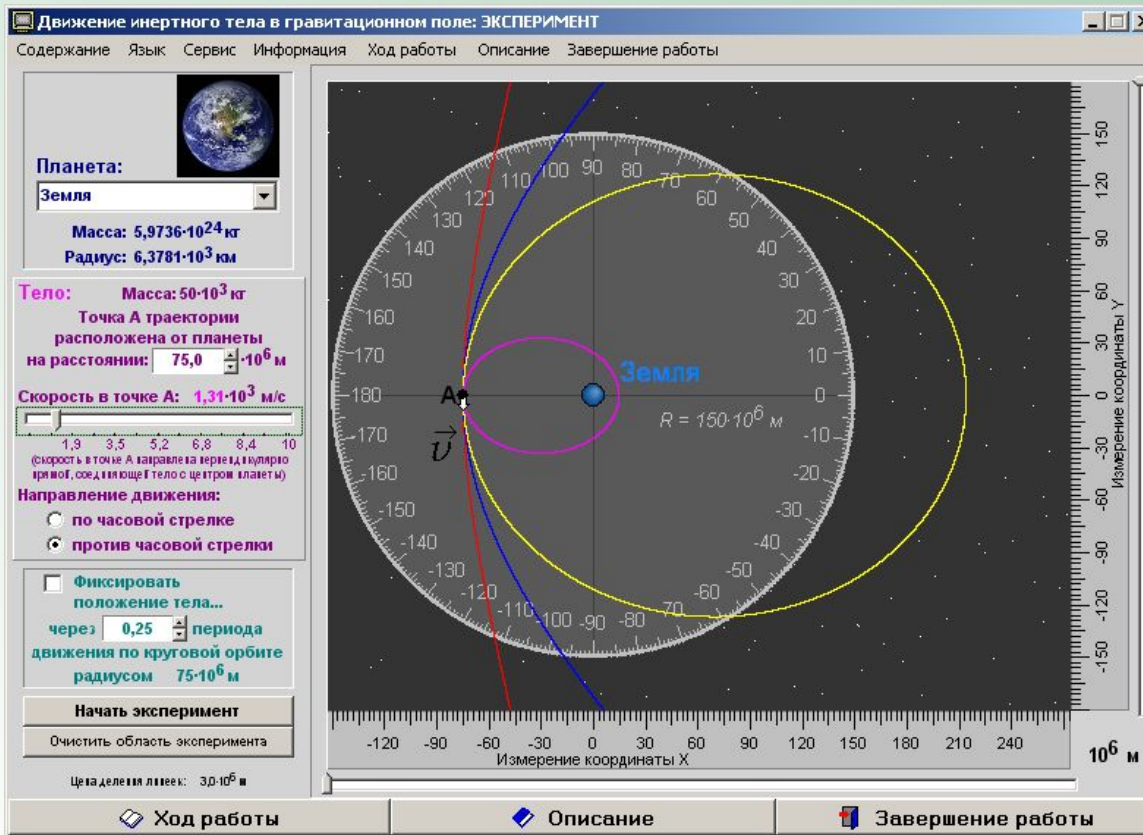
Исследование зависимости кинематических характеристик (координаты, скорости, ускорения) прямолинейного реактивного движения в вакууме от массы тела и законов их изменения в процессе движения .

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодМ – 07. Движение инертного тела в гравитационном поле



Цель работы:

Изучение движения тела в гравитационном поле одной из планет Солнечной системы (например, Земли).

Изучение законов Кеплера.

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодТ – 01. Вытекание жидкости из малого отверстия

**Вытекание жидкости из малого отверстия: ЭКСПЕРИМЕНТ**

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Сосуд: Сосуд 1 Сосуд 2 Сосуд 3 Сосуд 4

Диаметр сосуда (см): 7,55  
Диаметр отверстия (мм): 5,50

Отверстие расположено на высоте 20,20 см от дна сосуда

Секундомер  
Время: 19,288 с

Жидкость: Вода

Объем: 1550,00 см<sup>3</sup>  
Плотность: 0,998 г/см<sup>3</sup>

Масса поршня (г): 200

Наполнить сосуд

Начать эксперимент

Масштаб: 100%

Цена деления линейки (см): 0,500

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

### Цель работы:

Изучение явления вытекания жидкости из малого отверстия и движения струи жидкости под действием силы тяжести.

Определение площади отверстия, плотности жидкости и концентрации примеси в ней.

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодТ – 02. Движение тела в вязкой среде

**Движение тела в вязкой среде: ЭКСПЕРИМЕНТ**

Содержание Язык Сервис Информация Ход работы Описание Завершение работы

**СРЕДА:**

- Тяжелые жидкости: Масло касторовое 10 °С
- Легкие жидкости: Анилин 50 °С
- Газы: Неон 50 °С

Плотность: 0,95 г/см<sup>3</sup>      Вязкость: 24,40 г/(см·с)

**Тело (пластмасса):**      Плотность: 1,4 г/см<sup>3</sup>  
Радиус (см): 4,6771

Масса: 600 г

Секундомер:

Расстояние между метками (см): 30

Время: 1,3163 с

Время прохождения тела через метки:

0,5859
0,9519
1,2996

Остановить ЭКСПЕРИМЕНТ

Начальное положение

Ход работы      Описание      Завершение работы

### Цель работы:

Изучение одномерного движения тела в вязкой среде.

Определение зависимости характеристик движения (ускорения, скорости и координаты) тела от времени.

Вычисление коэффициента вязкости среды.

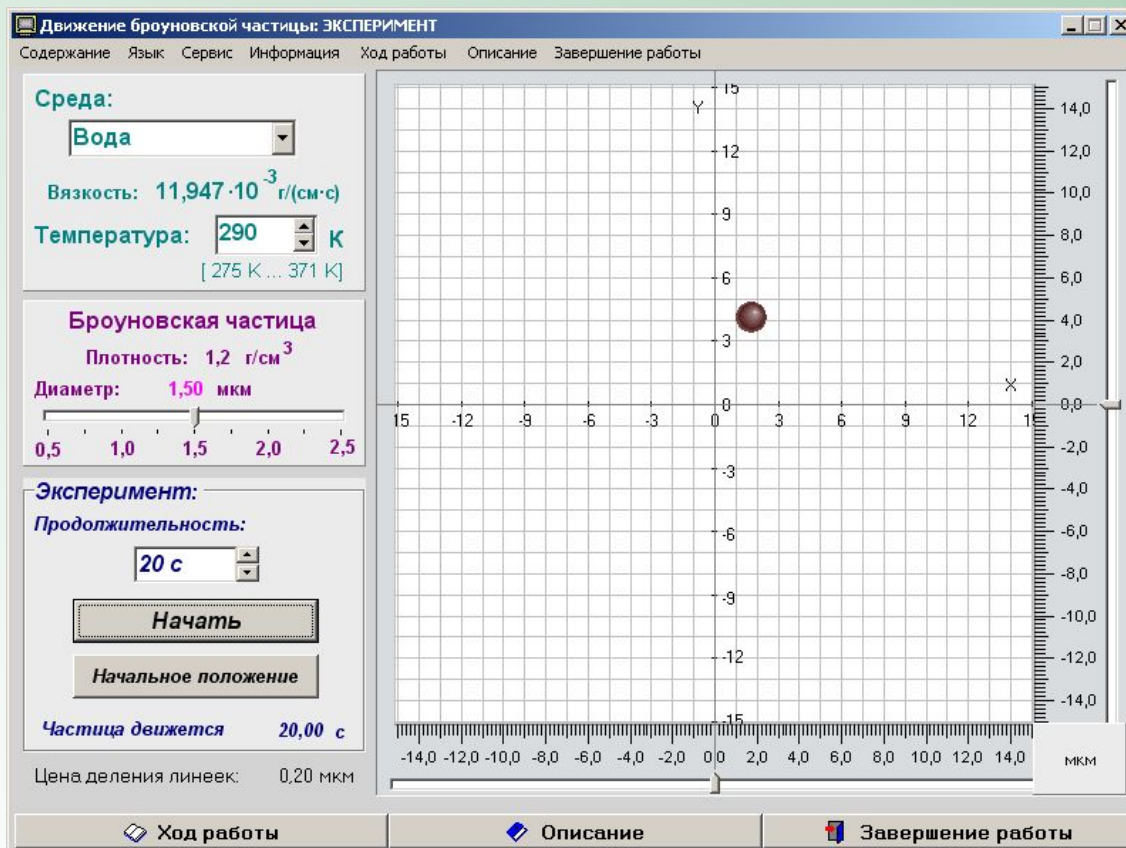
Список работ





# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодТ – 03. Движение броуновской частицы



**Цель работы:**

Изучение движения броуновской частицы.

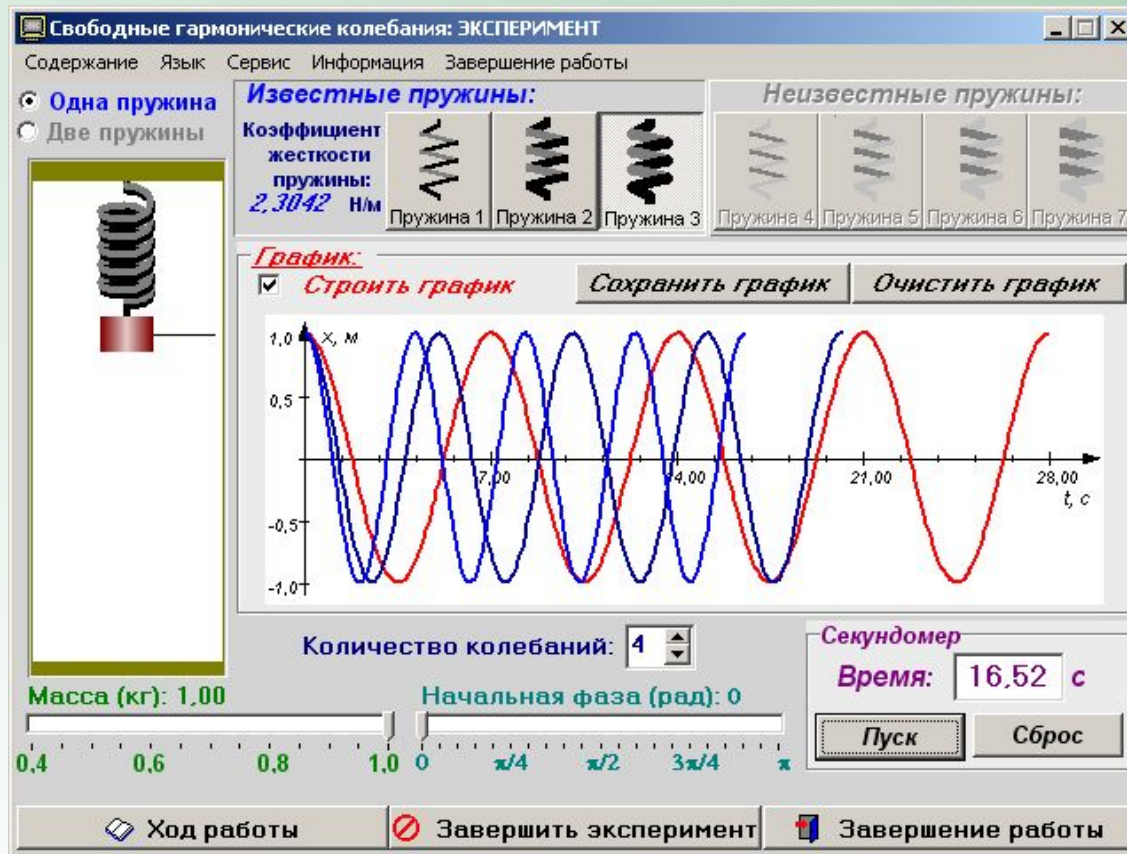
Определение постоянной Больцмана, коэффициента диффузии и длины свободного пробега броуновской частицы, находящейся в различных вязких средах.

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодК – 01. Свободные гармонические колебания



### Цель работы:

Изучение характеристик свободного гармонического колебательного движения.

Анализ временной зависимости координаты тела при различных начальных условиях.

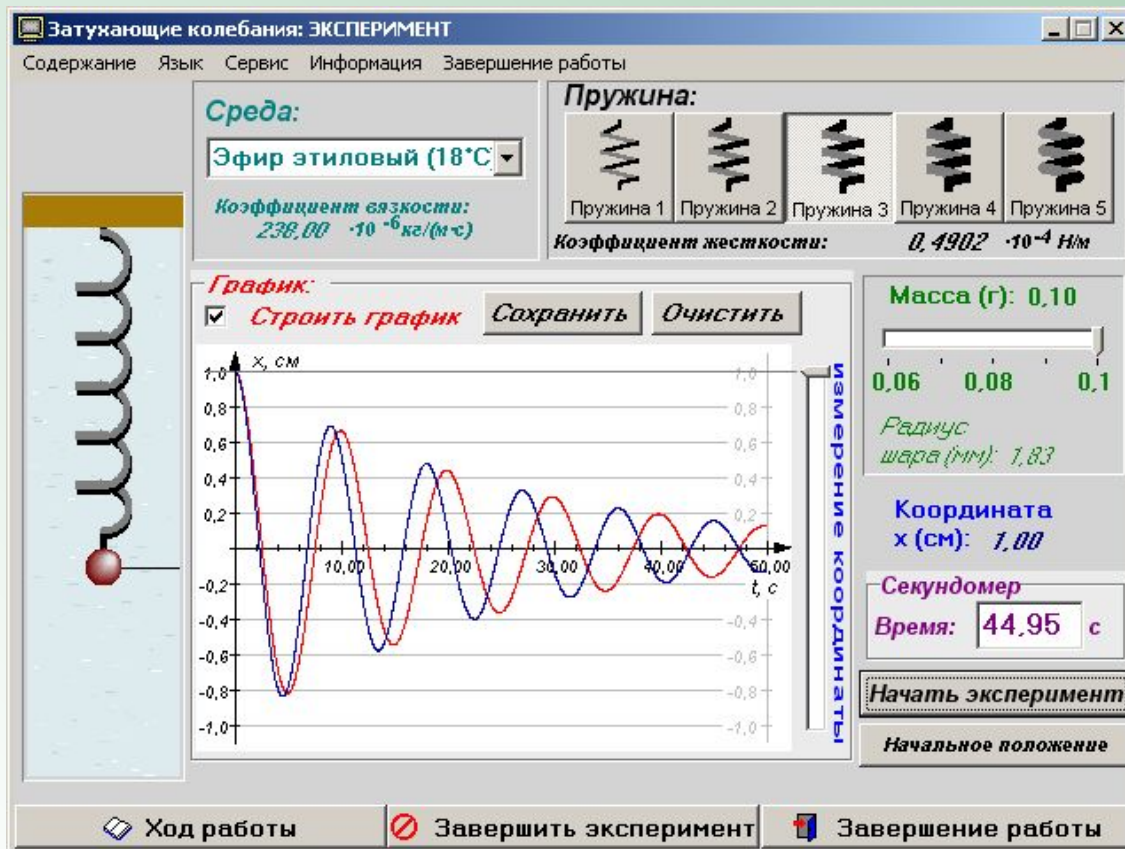
Определение коэффициента жесткости неизвестной пружины с помощью пружинного маятника

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодК – 02. Затухающие колебания



Цель работы:

Изучение характеристик затухающего свободного колебательного движения.

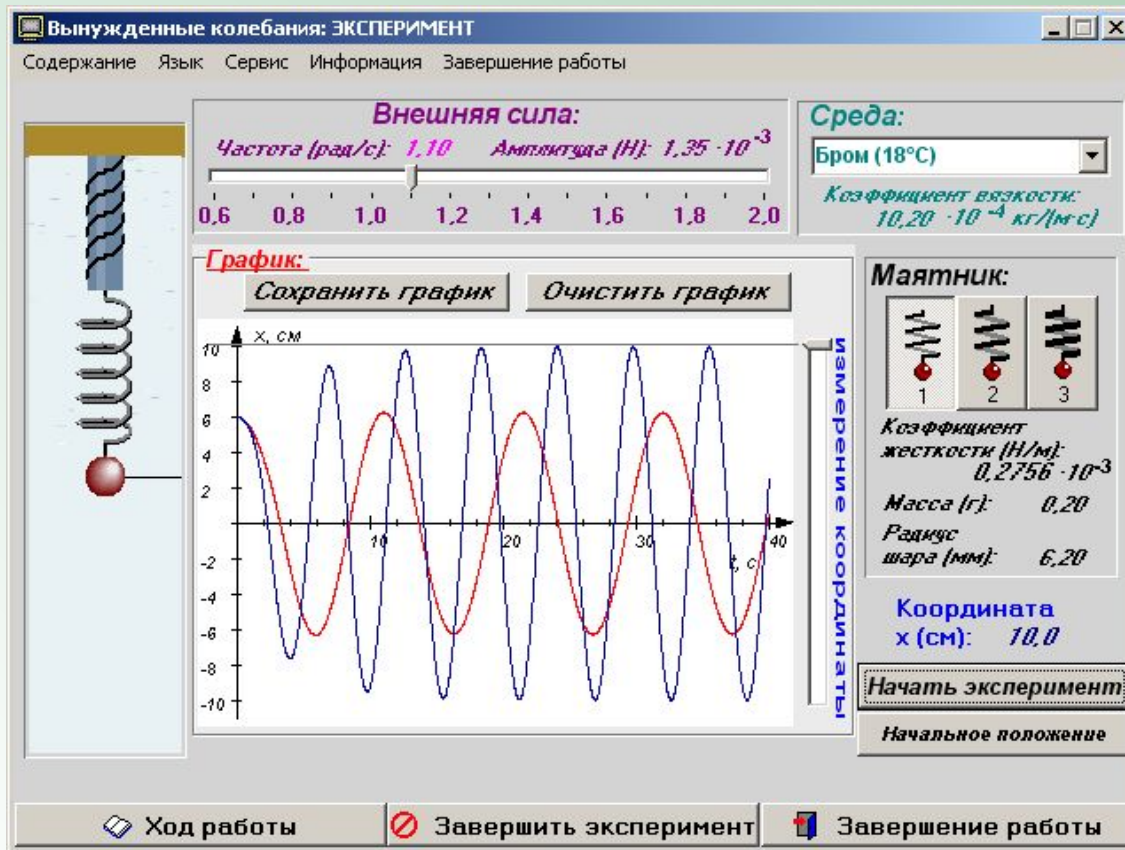
Определение коэффициента затухания, логарифмического декремента и добротности колебательной системы.

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодК – 03. Вынужденные колебания



Цель работы:

Изучение особенностей вынужденного колебательного движения.

Построение резонансной кривой.

Определение частоты резонанса.

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодК – 04. Сложение перпендикулярных колебаний

Сложение перпендикулярных колебаний: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Траектория движения тела

Маятник:

Маятник 1 Маятник 2 Маятник 3

Маятник 4 Маятник 5

Маятник 6 Маятник 7 Маятник 8

Коэффициент жесткости (Н/м):  $2,607 \cdot 10^{-2}$

Масса (г): 5,00

НАЧАТЬ эксперимент

Начальное положение

Колебания в вертикальном направлении:

Частота (рад/с): 4,56

1,0 2,0 3,0 4,0 5,0 6,0

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

### Цель работы:

Изучение особенностей движения тела, участвующего в двух взаимно перпендикулярных колебательных движениях.

Определение частоты горизонтальных колебаний по фигурам Лиссажу

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодК – 05. Сложение колебаний. Биения

**Сложение колебаний. Биения: ЭКСПЕРИМЕНТ**

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

**Маятник:**

Маятник 1 Маятник 2  
Маятник 3 Маятник 4

Коэффициент жесткости (Н/м):  $3,057 \cdot 10^{-2}$   
Масса (г): 5,00

**Секундомер**

Использовать секундомер

Количество колебаний: 23

Время: 58.654 с

**Складываемые колебания:**

График координаты тела:

Сохранить график Очистить график

Координата  $x$ (см): 5,00

Частота внешней силы (рад/с): 2,33

НАЧАТЬ эксперимент

Начальное положение

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

### Цель работы:

Изучение особенностей движения тела, участвующего в двух одинаково направленных колебательных движениях.

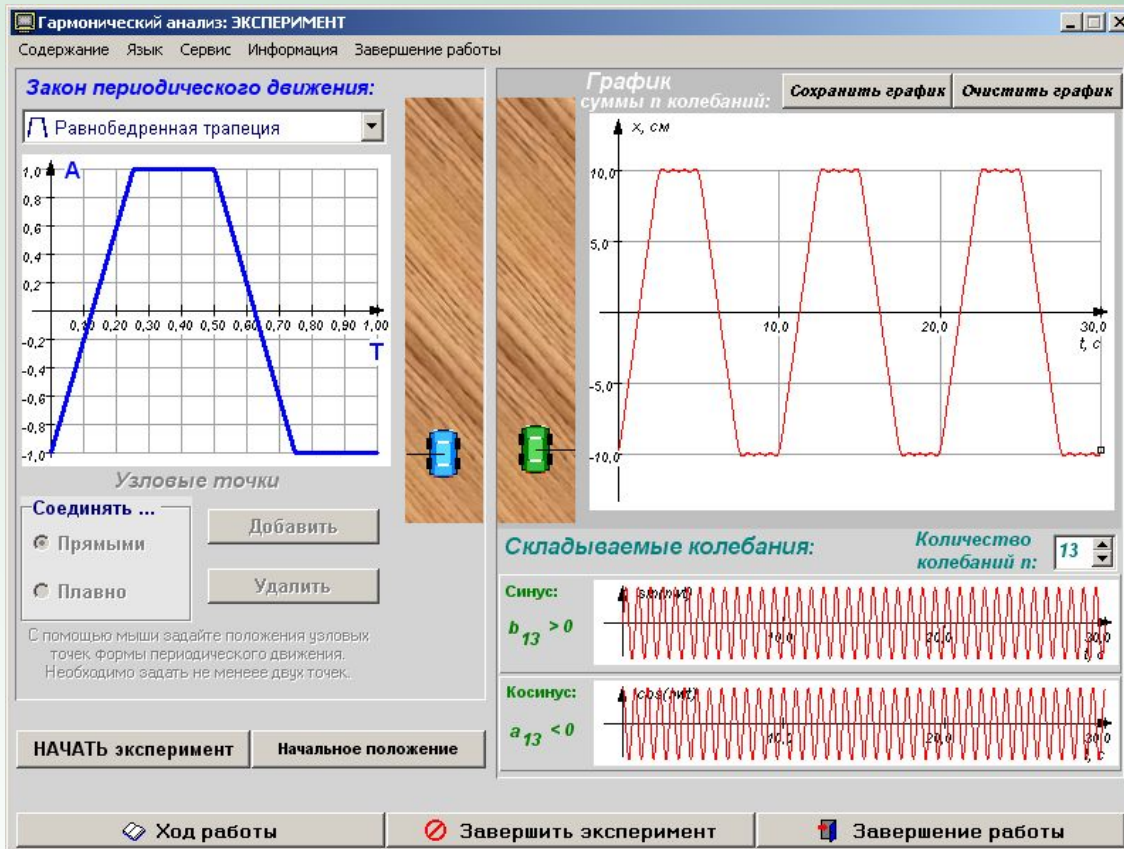
Определение частоты собственных колебаний маятника и амплитуд складываемых колебаний из биений

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодК – 06. Гармонический анализ



### Цель работы:

Изучение сходимости Фурье-разложения периодического негармонического движения.

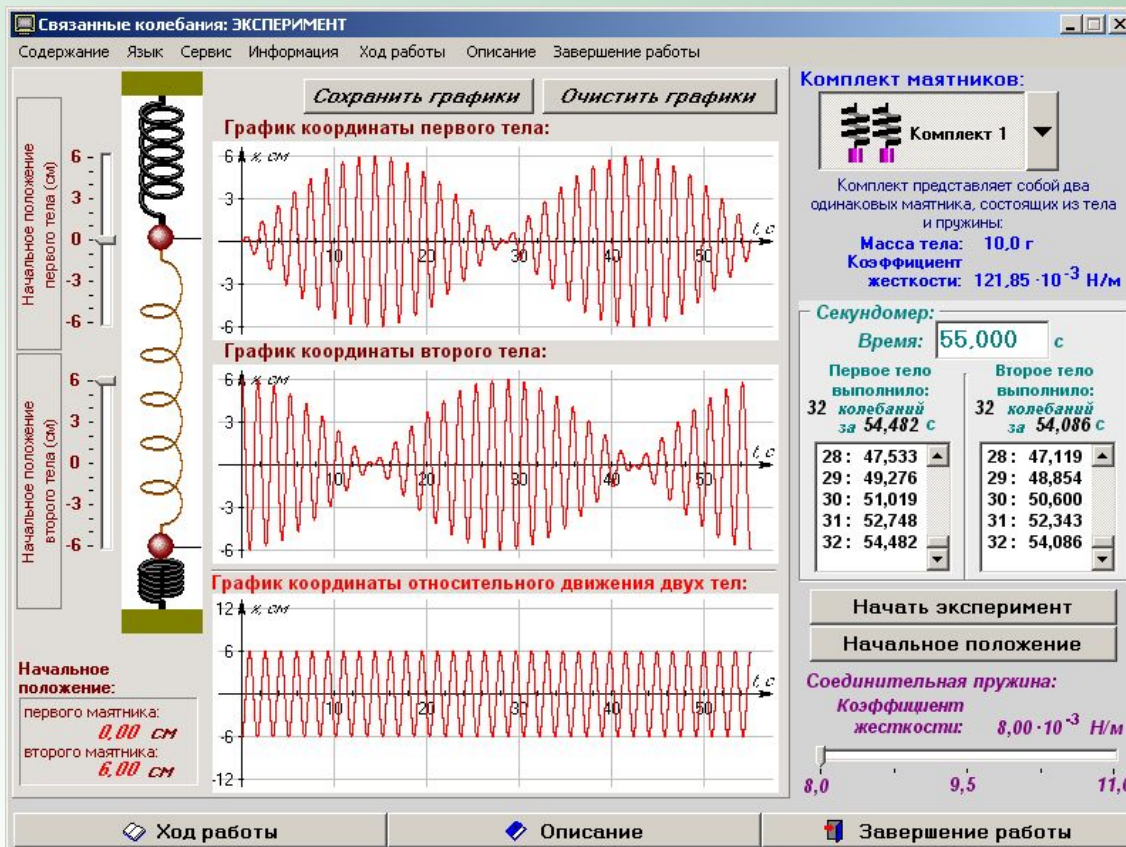
Построение спектра негармонического периодического движения

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодК – 07. Связанные колебания



**Цель работы:**

Изучение свободных колебаний системы с двумя степенями свободы.

Анализ зависимости характеристик движения от начального положения связанных маятников и жесткости соединительной пружины

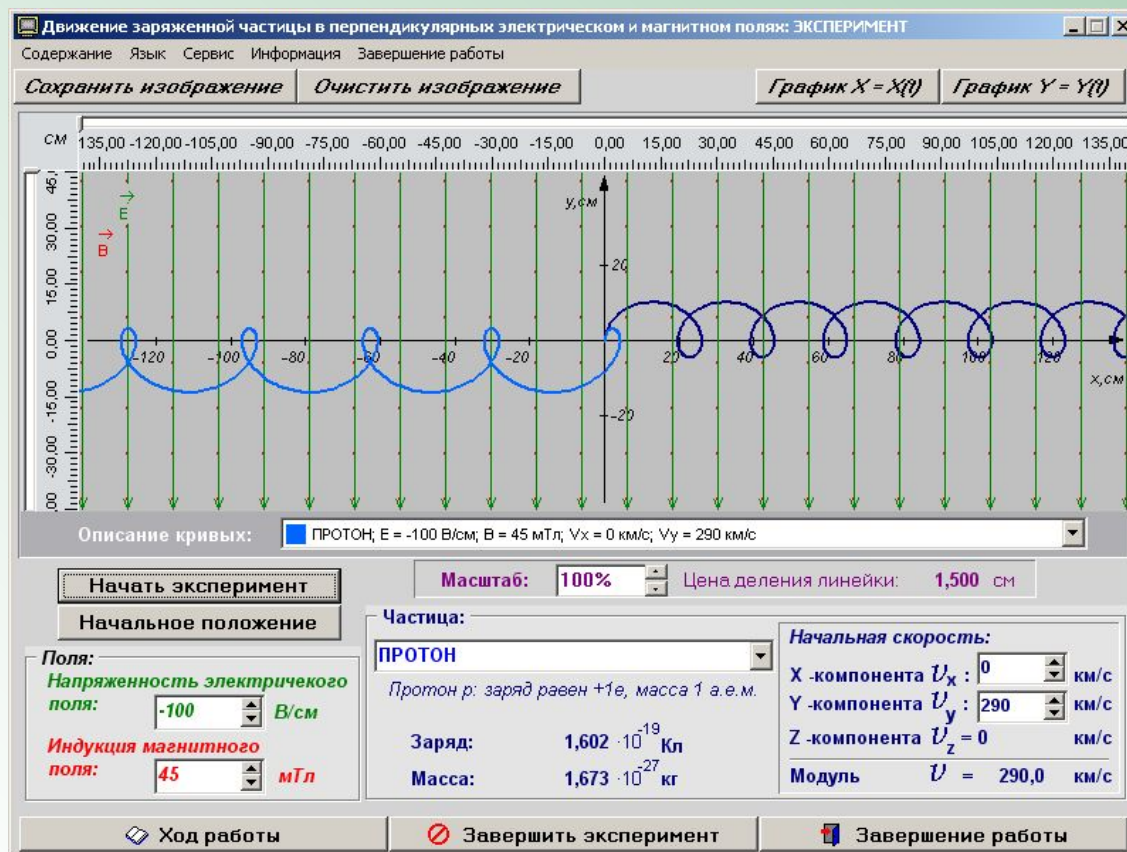
Список работ





# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодЭ – 01. Движение заряженной частицы во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях



### Цель работы:

Анализ зависимости характеристик периодического движения заряженной частицы от напряженности электрического и индукции магнитного полей.

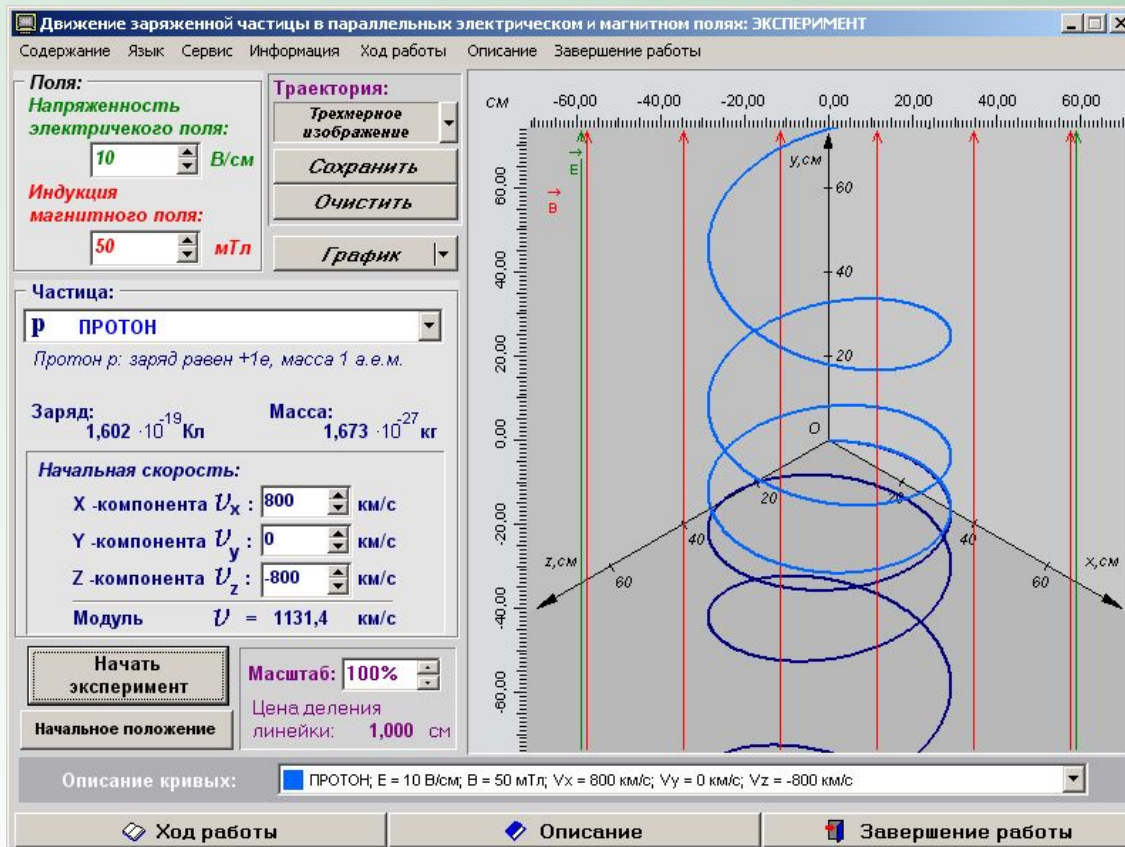
Определение отношения заряда частицы к ее массе

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодЭ – 02. Движение заряженной частицы в параллельных электрическом и магнитном полях



**Цель работы:**

Анализ зависимости характеристик периодического движения заряженной частицы от напряженности электрического и индукции магнитного полей.

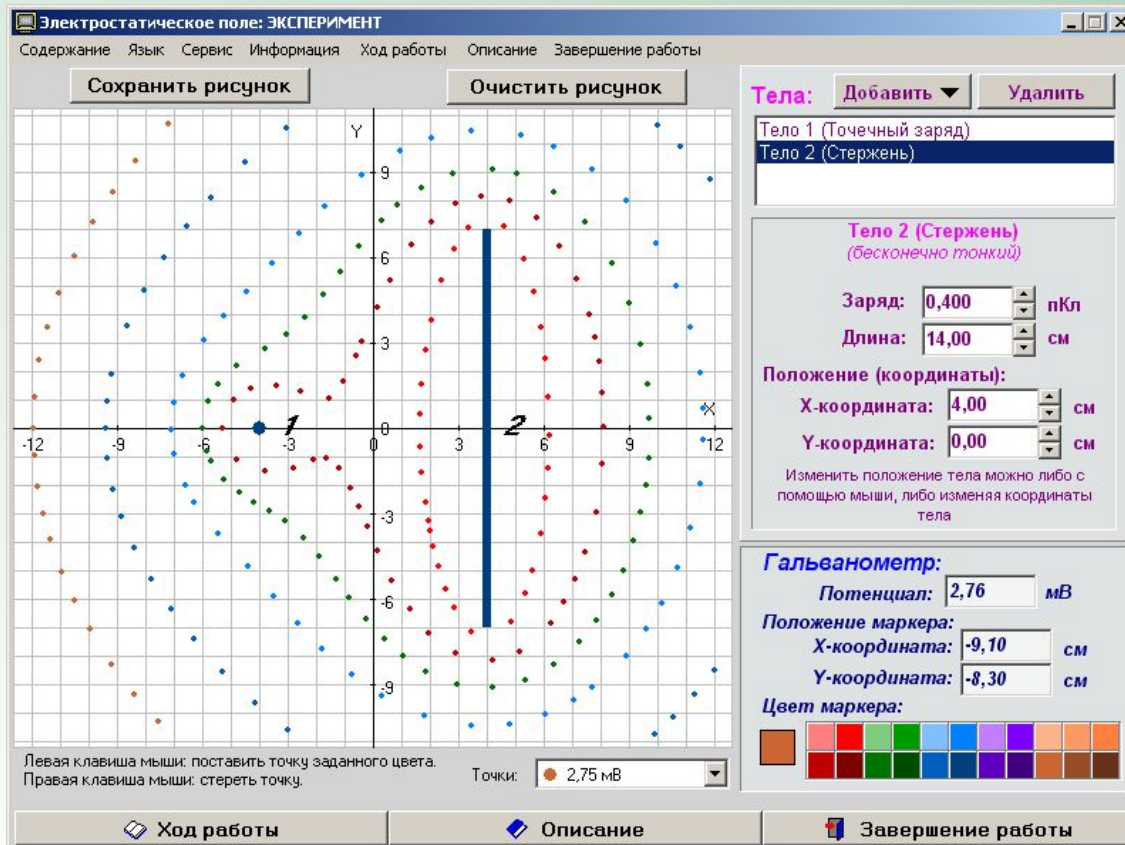
Определение отношения заряда частицы к ее массе

Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодЭ – 03. Электростатическое поле



### Цель работы:

Изучение характеристик электростатического поля при различном расположении зарядов в пространстве.

Построение эквипотенциальных поверхностей, линий напряженности электростатического поля и пространственных зависимостей потенциала и напряженности.

Список работ

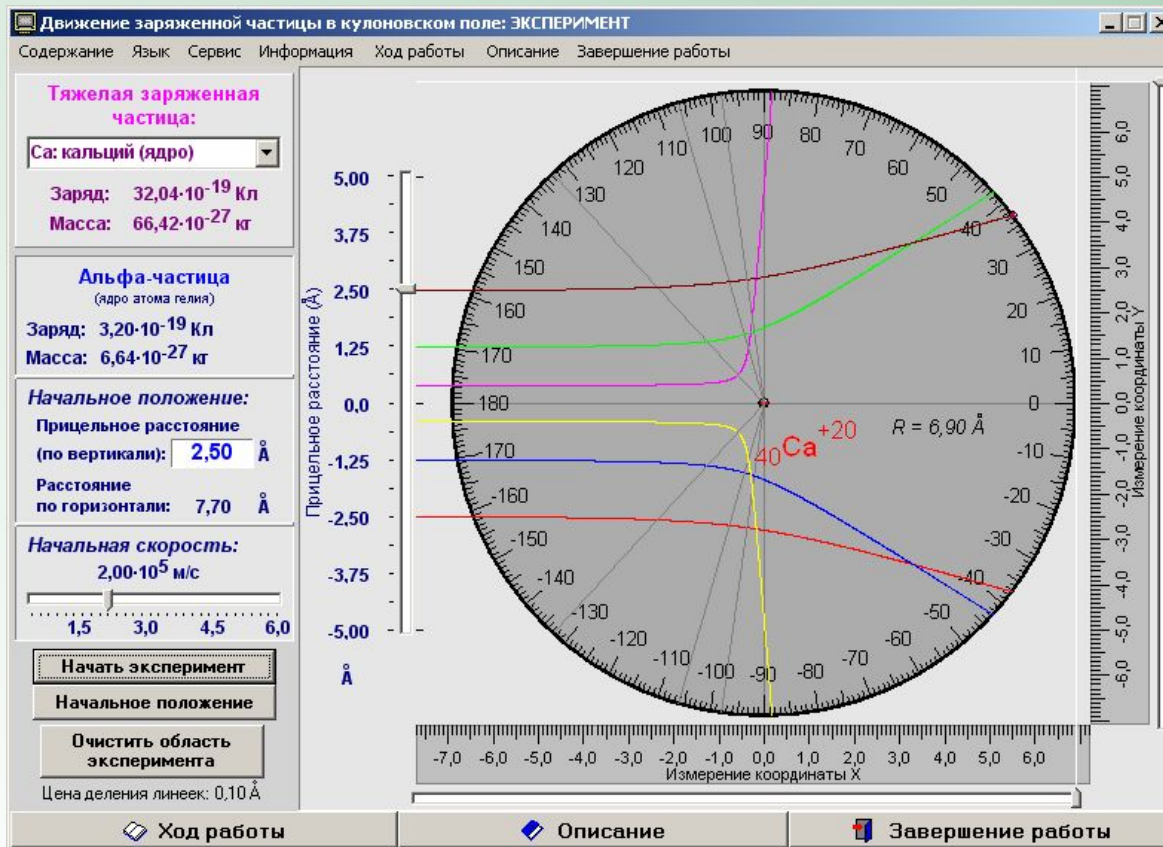


# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## МодЭ – 04. Движение заряженной частицы в кулоновском поле

Цель работы:

Изучение поведения одной заряженной частицы в поле другой заряженной частицы.  
Выявление взаимосвязи параметров траектории налетающей частицы с ее начальной энергией и моментом импульса.



Список работ



# Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

## Информация об авторах:

**Кравченко Надежда Степановна,**

кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры  
теоретической и экспериментальной физики

**Ревинская Ольга Геннадьевна,**

кандидат пед. наук,  
зав. компьютерной лабораторией кафедры  
теоретической и экспериментальной физики

**Контактная информация:** (3822)-563-437

[ogr@tpu.ru](mailto:ogr@tpu.ru)

<http://OGRevinskaya.narod.ru>