

## ВВЕДЕНИЕ

Руководство содержит описания к лабораторным работам, в которых используются компьютерные модели, разработанные ООО «Физикон».

### Работа с программой «Открытая физика 1.1»

Для начала работы необходимо запустить программу «Открытая физика 1.1», дважды щелкнув левой кнопкой мыши на соответствующей иконке на рабочем столе. После этого на экране появится список разделов общего курса физики (рис. 1).

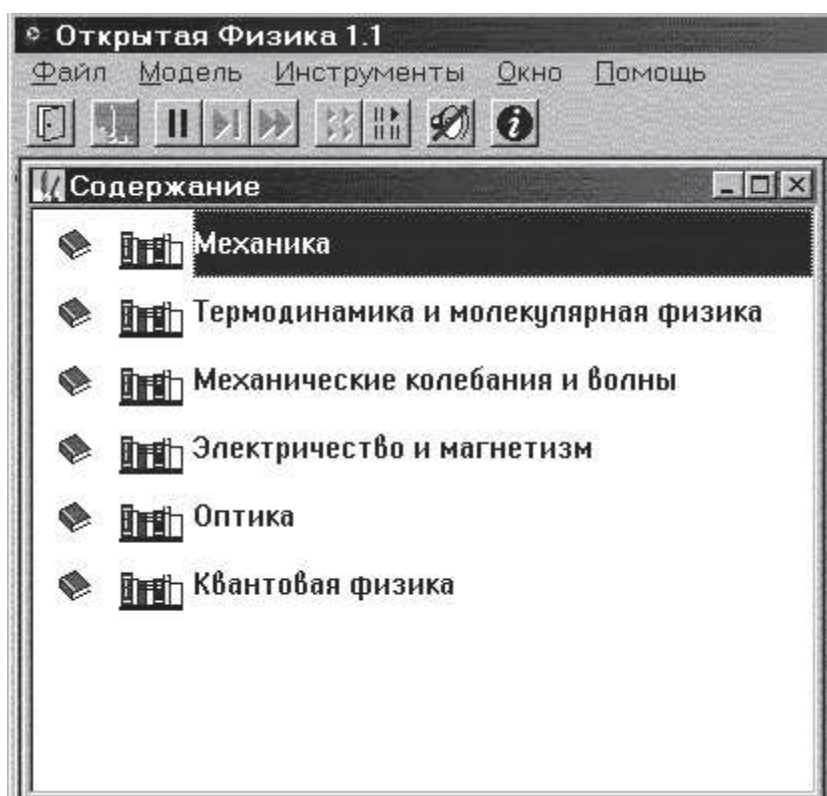


Рис. 1. Список разделов общего курса физики

Для открытия нужной модели необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши, установив ее маркер над названием раздела, в котором расположена данная модель. Список моделей для раздела «Механика» представлен на рис. 2.

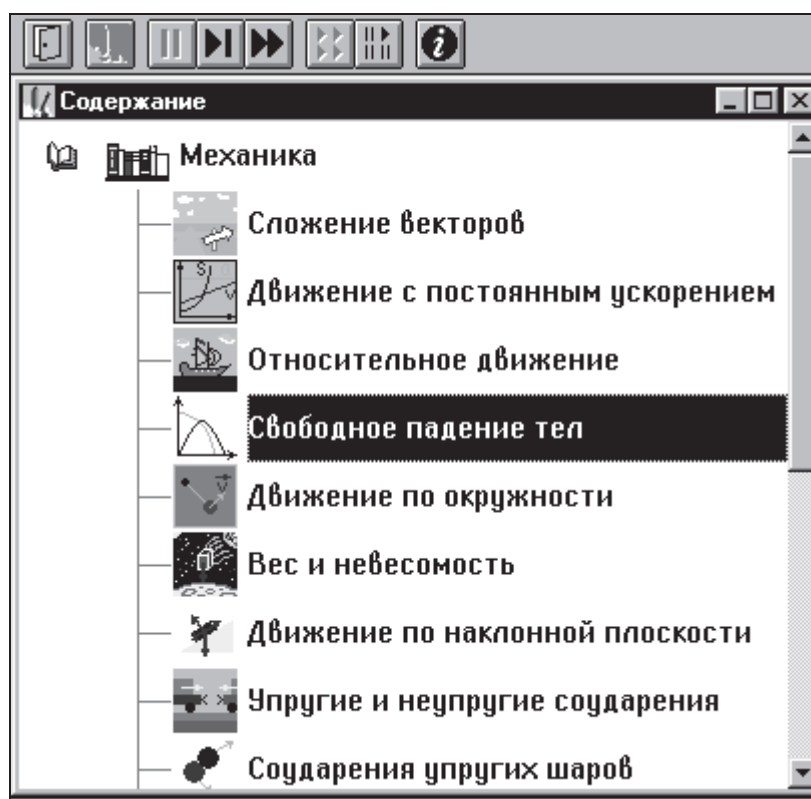


Рис. 2. Список моделей для раздела «Механика»

Чтобы увидеть дальнейшие пункты содержания данного раздела, надо щелкнуть левой кнопкой мыши, установив ее маркер на кнопку со стрелкой вниз, расположенную в правом нижнем углу внутреннего окна.

Кнопки в верхней части (см. рис. 2) являются служебными. Чтобы посмотреть назначение любой кнопки, нужно маркер мыши расположить над ней в течение 1 – 2 секунд (без нажатия кнопок мыши). Очень важной является кнопка с двумя вертикальными чертами «||», которая служит для остановки эксперимента, а также рядом расположенные кнопки – для шага «▶|» и продолжения «▶▶» работы.

Для запуска необходимой компьютерной модели установите маркер мыши над ней и дважды коротко нажмите левую кнопку мыши. В появившемся внутреннем окне сверху также будут расположены служебные кнопки. Кнопка с изображением страницы служит для вызова теоретических сведений. Закрытие окна теории обеспечивается нажатием кнопки с крестом в правом верхнем углу внутреннего окна. Перемещать окна можно, зацепив (нажав и удерживая левую кнопку) мышью заголовок окна, имеющий синий фон.

## Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет оформляется на двойных листах из школьной тетради в клетку (2 – 3 двойных листа, в зависимости от почерка).

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующее:

- 1) фамилия, инициалы студента, группа, дата выполнения работы;
- 2) наименование выполняемой работы;
- 3) цель работы;
- 4) краткая теория, основные расчетные формулы;
- 5) характеристика используемых регуляторов в виде табл. 1;
- 6) таблица результатов измерений;
- 7) построение необходимых графиков в соответствии с требованиями, приведенными ниже;
- 8) расчет искомой величины в системе СИ с подстановкой данных;
- 9) расчет погрешностей;
- 10) запись окончательного результата в виде:

$$Z = \bar{Z} \pm \Delta\bar{Z}; \quad (1)$$

- 11) анализ результатов и краткие выводы, содержащие сравнение полученных результатов с табличными значениями (см. ниже).

Таблица 1

### Регулируемые величины

Наименование величины	Пределы изменения	Цена наименьшего деления

### Обработка результатов измерений: построение графиков, оценка погрешностей, вывод

По результатам измерений и промежуточных расчетов во многих лабораторных работах требуется построить график функции  $Y(X)$ .

График строится на миллиметровке или листе в клетку размером не менее половины тетрадного листа. На каждой оси выбирается равномерный масштаб (риски через равные промежутки, числа через равное количество рисок). На графике отмечаются четкими точками результаты измерений или

расчетов. Точки соединяются плавной линией, если зависимость  $Y(X)$  не является линейной. В случае линейной зависимости проводится усредненная прямая, при этом часть экспериментальных точек может не находиться на этой прямой (рис. 3).

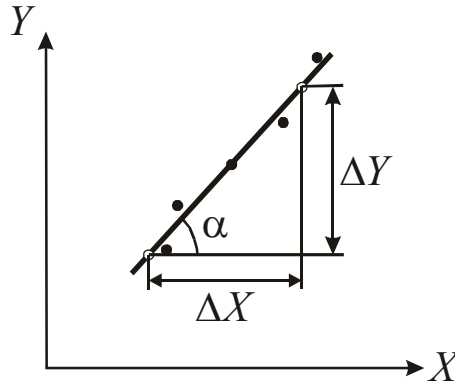


Рис. 3. Построение графика при линейной зависимости  $Y(X)$

Искомая величина  $Z$  в этом случае рассчитывается по тангенсу или котангенсу угла  $\alpha$  наклона графика

$$Z = A \frac{\Delta X}{\Delta Y}, \quad (2)$$

где  $A$  – произвольный коэффициент, свой в каждой работе;

$\Delta X$  – разница абсцисс двух произвольных точек графика;

$\Delta Y$  – разница ординат этих точек (см. рис. 3).

При расчете величины  $Z$  оставляется 3 – 4 значащих цифры. *Значащие цифры* – это все цифры числа, начиная с первой слева, отличной от нуля цифры, до последней, за правильность которой можно ручаться. Например, три значащих цифры имеют числа: 0,00578;  $5,38 \cdot 10^5$ ; 420.

Если искомая величина рассчитывается 2 – 5 раз, то вычисляются:

1) среднее значение

$$\bar{Z} = \frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_N}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i, \quad (3)$$

где  $N$  – число измерений;

2) средняя абсолютная погрешность

$$\Delta \bar{Z} = \frac{|\bar{Z} - Z_1| + |\bar{Z} - Z_2| + \dots + |\bar{Z} - Z_N|}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\bar{Z} - Z_i|, \quad (4)$$

которая представляет собой среднее арифметическое абсолютных значений погрешностей каждого  $i$ -го измерения;

3) средняя относительная погрешность

$$E_Z = \pm \frac{\Delta \bar{Z}}{\bar{Z}}, \quad (5)$$

показывающая, какую часть средняя абсолютная погрешность составляет от результата измерений. Измеряется в долях или процентах.

Если искомая величина определяется один раз или результат нескольких измерений (расчетов) одинаков, то рассчитываются:

1) относительная погрешность

$$E_Z = \frac{|Z_T - \bar{Z}|}{Z_T}, \quad (6)$$

где  $Z_T$  – табличное, теоретическое или заданное изначально значение;

2) средняя абсолютная погрешность

$$\Delta \bar{Z} = E_Z \cdot \bar{Z}. \quad (7)$$

Окончательный результат записывается в виде (1) с соблюдением следующих правил:

1) средняя абсолютная погрешность округляется до одной значащей цифры в сторону увеличения, если отбрасываемая цифра не нуль;

2) в относительной погрешности оставляют три десятичных знака (десятые, сотые и тысячные);

3) результат округляют по правилам математики до разряда абсолютной погрешности.

Например, получили ускорение свободного падения:  $\bar{g} = 9,823 \text{ м/с}^2$ ,  $\Delta \bar{g} = 0,0135 \text{ м/с}^2$ ,  $E_g = 0,051$ . Тогда результат запишется следующим образом:  $g = (9,82 \pm 0,02) \text{ м/с}^2$ .

В конце работы обязательно делается вывод.

Например, полученное экспериментально значение ускорения свободного падения, равное  $9,82 \text{ м/с}^2$ , с точностью до ошибки измерений, составляющей  $5,1 \%$ , совпадает с табличным значением данной величины, равным  $9,81 \text{ м/с}^2$ .