

## ЧАСТЬ 1. ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

### 1.1 Правила построения графиков

Очень важным методом обработки результатов эксперимента является представление их в виде графика. График – это наглядное представление результатов, поэтому основное требование – аккуратное и чёткое исполнение. Графики должны легко читаться, поэтому при построении графиков необходимо соблюдать следующие правила.

1. Графики выполняют на миллиметровой бумаге (бумаге, имеющей координатную сетку), размером не больше тетрадного листа (формат А5). Весь график, в том числе и подписи, выполняют *карандашом*.

2. По оси ординат (оси  $y$ ) откладывают значение функции, по оси абсцисс (оси  $x$ ) – значение аргумента.

3. На бумагу, прежде всего, наносятся координатные оси. Затем выбирают масштаб для координатных осей (отдельно для каждой оси). Масштаб выбирают таким образом, чтобы график не был сжат или растянут вдоль одной из осей. Он должен занимать всё поле чертежа. За единицу масштаба принимают числа, соответствующие 1, 2, 5 (допускается 2,5) единицам откладываемой величины, или кратным и дольным им (но не 3; 7; 11; 13; и т.д.). Если необходимо отложить по оси «длинные», многозначные числа, то множитель, указывающий порядок числа, нужно вынести в запись обозначения величины или включить его в единицы измерения. Например:  $I$ , мА;  $I$ ,  $10^3$  А.

Начало отсчёта не обязательно совмещать с нулём. Но, если на графике есть и положительные и отрицательные значения, то ось обязательно проходит через «0». При переходе через «0» можно поменять масштаб. Иногда точка (0, 0) является результатом измерения, причём часто – наиболее надёжным результатом (например, при определении сопротивления точка  $I = 0$ ;  $U = 0$ ).

На рис. 1.1 и 1.2 представлены наиболее типичные ошибки, допускаемые при выборе масштаба.

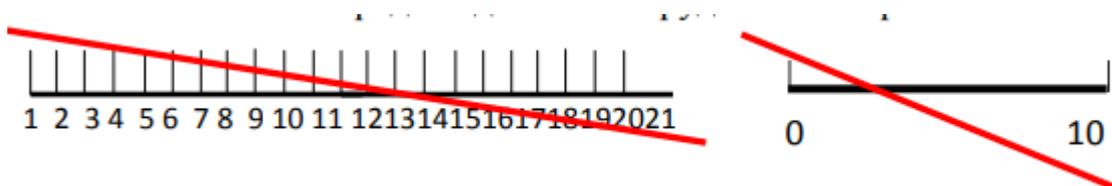


Рис. 1.1. Слишком часто (или наоборот – слишком редко) нанесённые деления затрудняют восприятие информации.

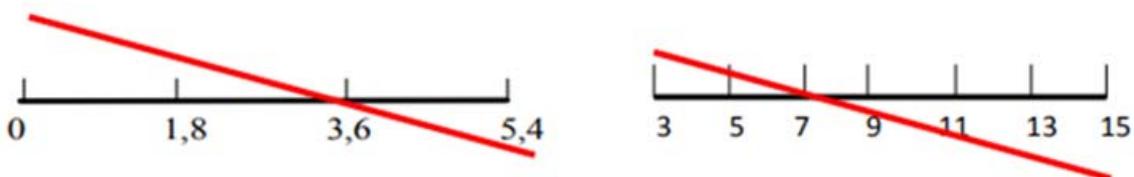


Рис. 1.2. Выбранный масштаб неудобен для считывания информации.

4. На осях координат наносят метки (в виде чёрточек) через равные промежутки (как правило, через один сантиметр). Внизу под каждой меткой в соответствии с выбранным масштабом пишут соответствующее ей числовое значение. Подписывать числовые значения шкалы по оси можно рядом с осью по левой границе, а для шкалы оси  $x$  – по нижней границе сетки.

***Полученные в эксперименте числовые значения величин на осях координат откладывать нельзя!***

На осях должны быть обозначены изображаемые переменные величины в виде символов, через запятую – их единицы измерения. Для оси  $y$  – вверху слева, для оси  $x$  – внизу справа. Все надписи должны быть достаточно крупными – 4-5 мм, легко читаемыми, поэтому их выполняют чертежным шрифтом. Стрелки на осях ставить не надо.

5. Наносим на чертёж экспериментальные точки в виде условных знаков. Они должны быть показаны максимально четко и крупно. Если на одной плоскости строится несколько кривых, то для каждой кривой используем разные символы (точки, кружочки, квадратики, крестики и т. д.).

Экспериментальные точки вследствие погрешностей измерений не ложатся на гладкие кривые или прямые линии зависимостей одних физических величин от других, а группируются вокруг них случайным образом. Поэтому ***не следует соединять соседние экспериментальные точки на графике отрезками прямой и получать, таким образом, некоторую ломаную линию***. Надо провести плавную кривую (наиболее простой формы) в пределах ошибок измерений. При этом придерживаются следующих правил:

- Если известна теоретическая зависимость – построить её на графике (провести аналогичную прямую или кривую через экспериментальные точки).

- Если теоретическая зависимость не известна, кривая должна быть как можно более простой (как можно меньше минимумов и максимумов, перегибов). Каждый максимум и минимум на кривой, и даже каждый её перегиб – это целое физическое явление, которое нужно объяснить. Гладкие кривые или прямые линии через соответствующие экспериментальные точки проводят с помощью прозрачной линейки или лекала. Линию на графике проводят так, чтобы она лежала как можно ближе к экспериментальным точкам, и чтобы по обе её стороны оказывалось приблизительно одинаковое количество точек.

6. Если строится несколько графиков, то каждому присваивается номер, а на свободном поле чертежа указывают название, обозначение, соответствующее этому номеру. Наименование должно отражать основное содержание графика. Например: Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры.

## **1.2 Наиболее типичные ошибки, допускаемые при построении графиков**

Рассмотрим наиболее типичные ошибки, допускаемые при построении графиков, на следующем примере.

Студент исследовал зависимость пути от времени для равномерного движения. Результаты измерений он занёс в таблицу. По полученным данным нужно было построить график зависимости  $S = f(t)$ .

Таблица 2.1

|         |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $t, c$  | 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 22 |
| $S, cm$ | 20 | 23 | 30 | 31 | 34 | 34 | 38 | 43 |

График, построенный студентом, представлен на рис. 2.1.

Проведём анализ ошибок.

1. Координатные оси перепутаны местами. Время – это аргумент, т. е. независимый параметр, его нужно отложить по оси абсцисс (оси  $x$ ). Путь – это функция. Функцию откладывают по оси ординат (оси  $y$ ).
2. На оси ординат (оси  $y$ ) нет символического обозначения величины и её единицы измерения. На оси абсцисс отсутствует единица измерения.
3. На оси абсцисс (оси  $x$ ) отсутствуют масштабные деления – вместо них нанесены экспериментальные значения пути.
4. На оси  $y$  масштабные деления нанесены неравномерно: есть деления 5, 15, 20, но нет 10. Масштаб выбран неверно: риски наносят через 1 см, а на графике значению 5 с соответствует 1,5 см.
5. Начало осей координат не нужно было совмещать с нулём. В результате график занимает не всю предоставленную ему площадь.
6. График сжат вдоль оси  $x$  за счёт неудачного масштаба.
7. При нанесении экспериментальных точек не рисуют вспомогательные пунктирные линии, так как они затрудняют чтение графика.
8. Экспериментальные точки соединены ломаной линией. Теоретическая зависимость пути от времени для равномерного движения известна: путь, пройденный телом при равномерном движении, зависит от времени линейно:  $S = vt$ . График должен представлять собой прямую линию.

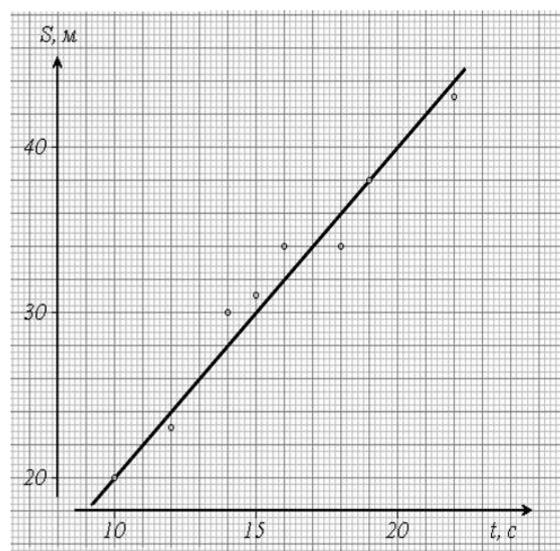
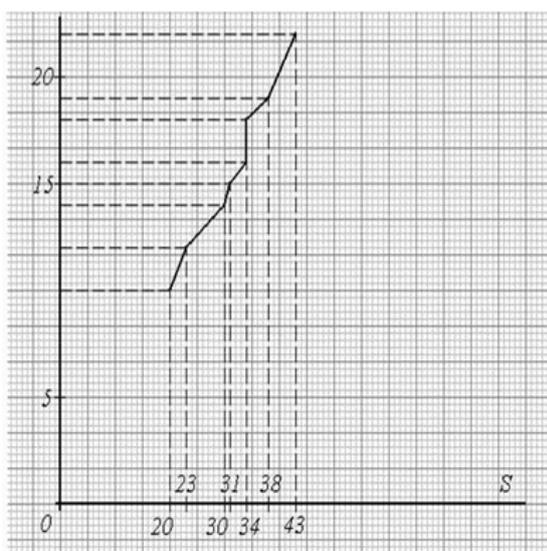


Рис. 2.1. Неправильно построенный график    Рис. 2.2. Правильно построенный график