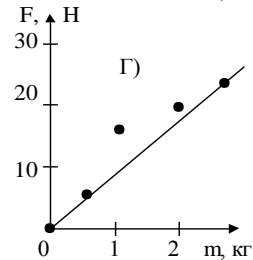
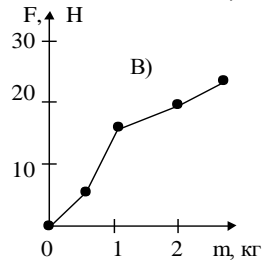
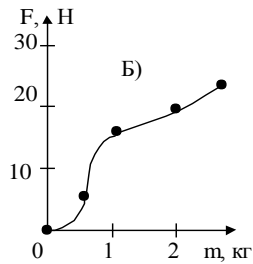
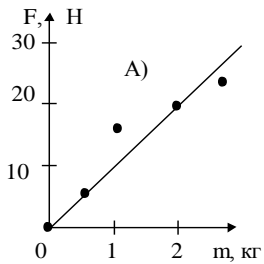


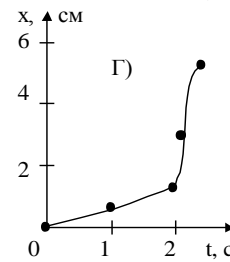
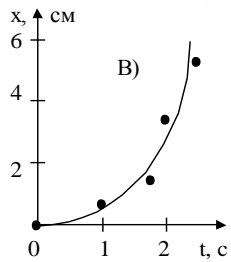
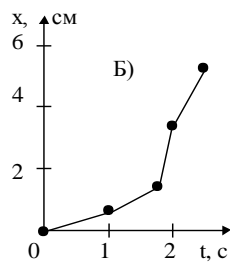
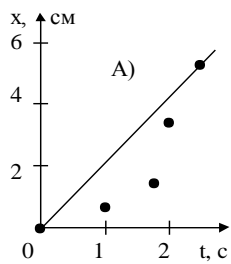
Правила построения графиков по экспериментальным точкам



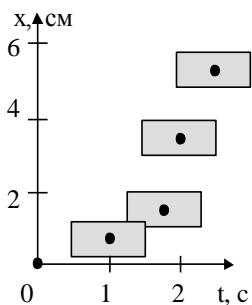
Задание 1. На рисунке точками указаны результаты измерений космонавтами силы тяжести тел разной массы на вновь открытой планете. Погрешность измерения массы 0,5 кг, силы – 5 Н. Какой из графиков проведен по этим точкам правильно?

Для ясности:

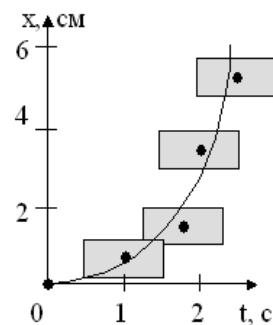
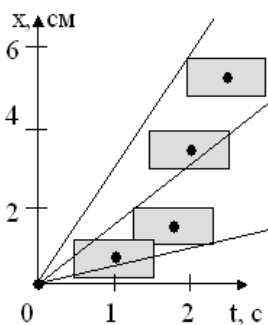
на графиках А) и Г) проведены прямые линии, на графике Б) – плавная кривая, проходящая через все точки, на графике В) – ломаная, состоящая из отрезков прямых.



Задание 2. Шарик движется по желобу. На рисунке точками показаны результаты измерений координат шарика в разные моменты времени. Погрешность измерения координаты 0,5 см, времени – 0,5 с. Какой из графиков проведен по этим точкам правильно?



Начнем с того, что погрешности в условии даны для того, чтобы на графике вокруг каждой экспериментальной точки можно было построить так называемый прямоугольник ошибок – область, в которой с высокой вероятностью находится истинное значение измеряемой величины. Ширина прямоугольника равна удвоенной погрешности измерения времени (в данном случае – $0,5 \text{ с} \cdot 2 = 1 \text{ с}$), а высота – удвоенной погрешности измерения координаты (в данном случае – $0,5 \text{ см} \cdot 2 = 1 \text{ см}$). Центр прямоугольника совпадает с экспериментальной точкой. На рисунке такие прямоугольники показаны.



При построении графиков соединять экспериментальные точки ломаной нельзя, поскольку в результате получается не график, а диаграмма. *Линия графика должна быть плавной*, но при этом совершенно не обязательно, чтобы она проходила через все экспериментальные точки, поскольку все, что мы знаем про истинный результат измерения, это то, что он, наверное, лежит где-то в прямоугольнике, может быть, - в его углу.

При проведении линии графика сначала необходимо проверить, можно ли провести простейшую плавную линию – прямую, которая хотя бы касалась всех прямоугольников. Если это удастся, то графиком искомой зависимости и считается найденная прямая линия. Нетрудно убедиться, что в данном случае никакая прямая линия не подходит.

Следующий шаг – проведения плавной кривой с наименьшим числом перегибов. Требование то же: кривая должна пройти через все прямоугольники ошибок. На последнем рисунке изображена кривая, удовлетворяющая этому требованию. Таким образом, правильный ответ в задании 2 – В). Отметим, что ответ Г) не годится – слишком много (целых два!) перегибов у соответствующей кривой.

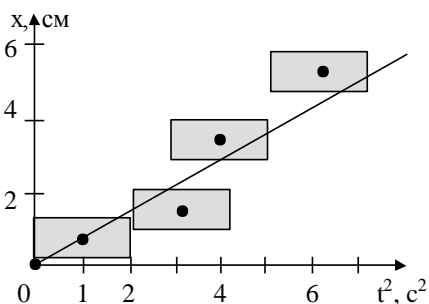
Отметим, что чем больше погрешности измерений, тем больше размер прямоугольников и тем больше появляется возможностей для проведения разного рода кривых, аппроксимирующих экспериментальные точки. И наоборот: уменьшение погрешностей приводит к сужению класса аппроксимирующих кривых. Продолжение этих кривых за область расположения точек называется *экстраполяцией* экспериментальных данных. Существует и *интерполяция* данных. Этим термином обозначается отыскание промежуточных значений функции.

На практике вместо подбора кривой проще бывает попробовать угадать вид функциональной зависимости и для подтверждения сделанного предположения попытаться получить линейную зависимость между экспериментальными данными.

Задание 3. В таблице приведены значения координат шарика в разные моменты времени. Эти данные, а также погрешности измерений – те же, что и в задании 2. Можно ли на основании полученных данных утверждать, что зависимость координаты от времени носит квадратичный характер?

№ п/п	1	2	3	4	5
Время t , с	0	1,0	1,8	2,0	2,5
Координата x , см	0	0,4	1,7	3,1	5,3
Квадрат времени t^2 , с ²	0	2,0	3,2	4,0	6,3

Как отвечать на поставленный вопрос? Если $x \sim t^2$, то зависимость x от t^2 должна быть линейной. Добавляем в таблицу еще одну строку и проверяем, можно ли провести прямую линию через точки, нанесенные в координатных осях x , t^2 . При изображении прямоугольников ошибок надо учесть, что погрешность нахождения t^2 в два раза больше, чем погрешность t (2 с). Как видно из рисунка, через полученные точки прямую провести можно. Значит, квадратичная зависимость x от t в эксперименте наблюдалась.



наблюдалась.

Отметим, что предложенный способ проверки гораздо проще, чем попытки построения парабол через экспериментальные точки предыдущих графиков, поскольку для подбора прямой линии достаточно менять только ее наклон.

Кстати, из рисунка видно, что проведенная на рисунке прямая – не единственная из возможных. Это означает, по полученным экспериментальным точкам ускорение шарика находится с погрешностью. Какой?

На рисунке показаны прямые с минимальным и максимальным наклоном, которые можно провести через экспериментальные точки. Нетрудно определить угловые коэффициенты k этих прямых, а затем и соответствующие ускорения:

если $x = \frac{at^2}{2}$, то $a = 2k$. В данном случае $1,3 \text{ см/с}^2 < a < 1,9 \text{ см/с}^2$.

Среднее значение ускорения $a_{\text{ср}} \approx (1,3 + 1,9)/2 = 1,6 \text{ см/с}^2$, погрешность $\Delta a \approx (1,9 - 1,3)/2 = 0,3 \text{ см/с}^2$.

Итак, окончательный ответ имеет вид: $a = (1,6 \pm 0,3) \text{ см/с}^2$.

