Далее, при медленном увеличении напряжения в системе не возникает никаких причин «перескочить» на ветвь DC, поэтому будут реализовываться состояния, соответствующие участку EA. При достижении точки A, опять остается единственная точка пересечения, но уже на участке BC, поэтому при дальнейшем увеличении напряжения будут реализовываться состояния, соответствующие этой ветви.

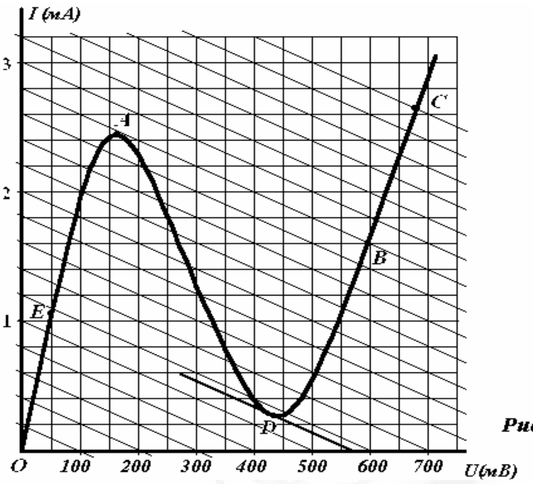


Рис.1

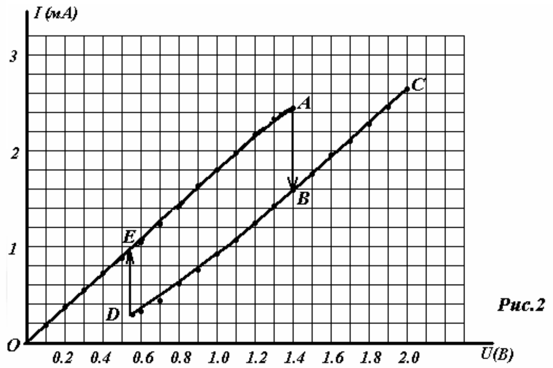
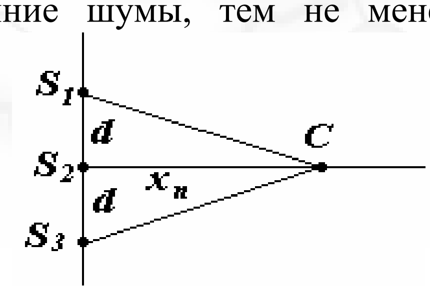


Рис.2

При обратном изменении напряжения, ситуация аналогична, только процесс пойдет по пути CBD, далее скачкообразный переход в точку E, затем по участку EO. Таким образом, в данной цепи реализуется своеобразная петля гистерезиса - значение силы тока при напряжениях источника от *560 мВ* до *1200 мВ* зависит от предшествующего состояния системы.

11.2 В данном случае наблюдается явление интерференции звуковых волн. На полученную зависимость громкости звука от координаты накладываются посторонние шумы, тем не менее, интерференционные максимумы прослеживаются достаточно четко. В предположении, что все источники излучают синфазно, условие максимума имеет вид - разность хода Δl между волнами от S_1, S_3 и S_2 должна равняться целому числу длин волн:

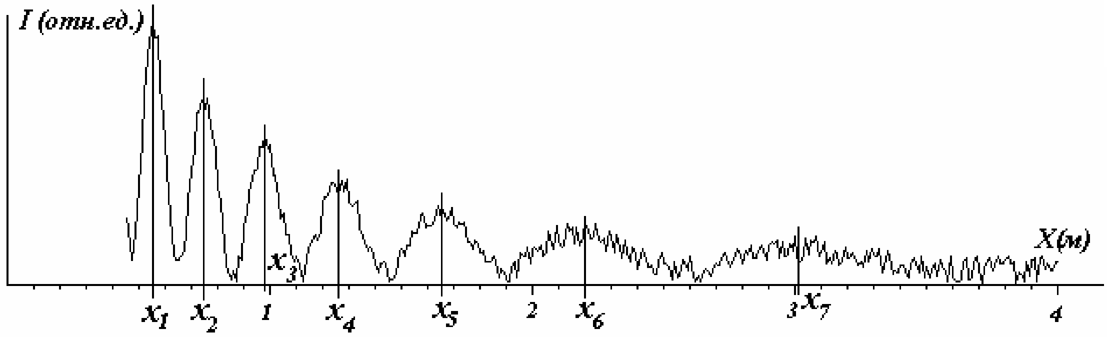


$$\Delta l = \sqrt{x_k^2 + d^2} - x_k = k\lambda \ . \quad (1)$$

где x_k - координата $k-$го максимума. По представленному графику мы не можем определить порядок максимума, поэтому пронумеруем их в порядке следования x_n. Определим по графику численные значения координат максимумов и для каждого из них по формуле (1) вычислим значение разности хода Δl_n, тогда разности $\Delta l_n - \Delta l_{n-1}$ должны приближенно равняться длине звуковой волны. Зная длину волны λ и ее частоту ν скорость волны c можно вычислить по формуле

$$c = \lambda \nu . \qquad (2)$$

Результаты обработки графика представлены на рисунке и в таблице.

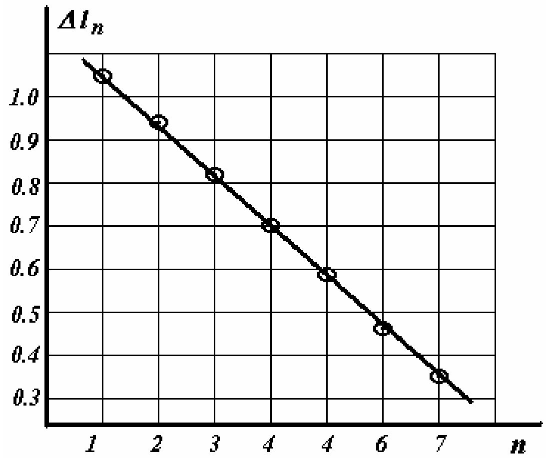


n	x_n	Δl_n	$\Delta l_n - \Delta l_{n-1}$
1	0,53	1,06	
2	0,75	0,93	0,13
3	0,98	0,80	0,13
4	1,27	0,69	0,11
5	1,68	0,57	0,12
6	2,20	0,46	0,11
7	3,02	0,35	0,11

Как следует из полученных результатов, сделанные предположения подтверждаются, различия в последнем столбце могут быть отнесены на счет неточностей снятия данных из исходного графика. Чтобы увеличить точность определения длины волны и оценить ее погрешность можно обработать данные последнего столбца стандартными методами обработки результатов измерений. В этом случае окончательный результат

$\lambda = (0{,}12 \pm 0{,}02)\,м$. Тогда скорость звука $c = (3{,}5 \pm 0{,}6) \cdot 10^2\ м/с$.

Более предпочтительной является обработка графическим методом с использованием метода наименьших квадратов. Постоим график зависимости разности хода Δl_n от номера n .



Все точки этого графика ложатся на одну прямую, коэффициент наклона которой равен длине волны. Расчет этого коэффициента по методу наименьших квадратов приводит к результату

$$\lambda = (0{,}118 \pm 0{,}012)\,м$$

Соответственно скорость звука

$$c = (3{,}5 \pm 0{,}3) \cdot 10^2\ м/с$$

Как видите, графическая обработка приводит к тому же численному значению, но с меньшей погрешностью.

Строго говоря, из-за уменьшения амплитуды звуковых колебаний по мере удаления от источника положения максимумов интенсивности несколько отличаются от тех, которые следуют из формулы (1). Однако, эти смещения в данном случае меньше погрешностей определения координат максимумов по предложенному графику.

Кстати, данный график расчитан в предположении синфазности, источников равной интесивности. Корректно учтено убывание амплитуды волны, добавлен случайный шум на уровне нескольких процентов.

11.3 Обозначим координату снаряда при его движении в стволе x. Уравнение движения снаряда на основании второго закона Ньютона и приближений, оговоренных в условии задачи, имеет вид

$$m_0 a = PS, \qquad (1)$$

где a - ускорение снаряда, m_0 - его масса, P - давление пороховых газов в стволе, S - площадь поперечного сечения ствола. Для определения давления газов запишем уравнение состояния

$$PSx = \frac{m}{\mu} RT. \qquad (2)$$

Так как газы поступают с постоянной скоростью, их масса зависит от времени по закону $m = \beta t$ ($\beta = 2{,}0 \cdot 10^3\ кг/с$ - скорость поступления газов). Таким образом уравнение движения приобретает вид

$$m_0 a = \frac{\beta RT}{\mu} \cdot \frac{t}{x}. \qquad (3)$$

Для решения этого уравнения воспользуемся «подсказкой». Пусть закон движения имеет вид