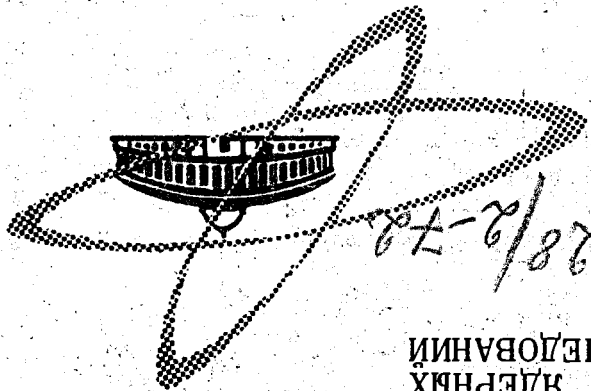


ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1972

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ КОНСТАНТ
ВРЕМЕНИ В РС-ФОРМИРОВАТЕЛЯХ

С.Р. Абрамов, С.И. Орманджиев



ОБЪЕДИНЕННОГО
ИСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

3728/2-72

6-6603

С 344,38
A-211

30/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ
АРХИВ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
БИБЛИОТЕКА

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ КОНСТАНТ
ВРЕМЕНИ В РС-ФОРМИРОВАТЕЛЯХ

С.Р.Аврамов, С.И.Орманджиев

9-6603

напряжения имеет вид:

0,1 + 10. Выходное напряжение при подаче на вход единичного скачка дифференцирования и констант интегрирования изменяется в пределах 1,2 и 3, и кратности интегрирования 1-6. Соотношение констант получены формулы для выходного напряжения при кратности дифференцирования и времени восстановления после амплитудной перемены. Для определения времени достижения максимума, расчетного разряда

Параметры выходного импульса формируются

констант дифференцирования. Амплитуды выходного импульса и положение максимума от соотношения пиков и интегрирования. Даны зависимости констант формирования импульса в зависимости от кратности дифференцирования. Определено влияние фронта входного импульса на амплитуду выходного импульса и констант интегрирования. Отношение констант дифференцирования и констант интегрирования разрешающее время и время восстановления $\tau_{1/4}$ в зависимости от соотношения констант дифференцирования и констант интегрирования. Определено соотношение шум/сигнал при двух- и трехкратном дифференцировании с числом интегрирования с одной до шести. Определено соотношение шум/сигнал в зависимости от соотношения констант дифференцирования и констант интегрирования. Определено соотношение шум/сигнал в зависимости от соотношения констант дифференцирования и констант интегрирования.

отсутствует.

Полный анализ всех практически встречающихся RC-формирователей дается в нем. RC - формирователей /1/ можно найти в литературе /2,3/.

По этим формулам высчитывались параметры формователя. Зависимости времени достижения максимума и величины максимума от пара-

стантам интегрирования и дифференцирования. θ_1 - константы дифференцирующей цепи, f - соотношение между кон- где m - кратность дифференцирования, n - кратность интегрирования,

$$\theta_1 = \begin{cases} 0 & n > 3 \\ 1 & n \geq 3 \end{cases} \quad \theta_2 = \begin{cases} 0 & n > 2 \\ 1 & n \geq 2 \end{cases} \quad \theta_3 = \begin{cases} 0 & n > 4 \\ 1 & n \geq 4 \end{cases}$$

$$U_3(t) = \frac{(-1)^{n+2}}{t^{n+2}} \left\{ e^{-\frac{t}{\theta_1}} [1 + f(n-1)2 - \theta_1 \frac{2}{(n-1)!} f_2 + (f-1)(2+f(n-2)) \frac{2}{t} + \frac{2}{t} (f-1) \frac{2}{t^2}] \right. \\ \left. - \frac{e^{-\frac{t}{\theta_2}}}{t} [1 + 2(n-1)f + \theta_2 \frac{2}{(n-1)!} f_2 - \theta_2 (1+2(n-2)f + \theta_3 \frac{2}{(n-2)!} f_2) \frac{2}{t} + \frac{2}{t} (n-1)f] \right\}$$

$$U_2(t) = \frac{(-1)^{n+1}}{t^{n+1}} \left\{ e^{-\frac{t}{\theta_1}} [1 + f(n-1) + (f-1) \frac{2}{t} - \sum_{p=0}^n \frac{f^p}{p!} (f-1)^p] \right. \\ \left. \times [1 + f(n-1-b)] \right\}$$

(б) при $m = 2$

$$U_1(t) = \frac{(-1)^n}{t^n} \left[e^{-\frac{t}{\theta_1}} - \sum_{p=0}^n \frac{f^p}{p!} (f-1)^p \right]$$

(в) при $m = 1$

Данные расчета представлены графически на рисунках 4 + 8. Оптимальные константы формирования (рис. 4) уменьшаются с увеличением f и кратности интерпретации n и увеличиваются с увеличением кратности дифференцирования m . Расчетное разрешающее время (рис. 5, 6) и время восстановления (рис. 7, 8) имеют минимумы в области $f = 1$, т.е. при одинаковых константах дифференцирования и интерпретации. Минимум соотношения шум/сигнал (рис. 9) находится в $f = 1$ только при $m = 1$. При $m = 2$ и 3 в этой точке имеется максимум, который растет с увеличением количества интегрирующих цепей. Поскольку это улучшение не превышает 5% при изменении f в пределах $\pm 50\%$, а расчетное разрешающее время ухудшается больше чем на 10%, очевидно целесообразно выбирать $f = 1$ для всех применяемых значений m и n .

$$U_2^{min} = \frac{n}{f} \sqrt{f^m} \sqrt{f^{m-1}} \sqrt{AB}.$$

Для минимума среднеквадратичного напряжения шума получаем:

$$f^{opt} = \sqrt{\frac{\int_0^\infty \frac{(1 + \omega^2 t^2)^{m-1}}{d \omega} (1 + f^2 \omega^2 t^2)^n}{\int_0^\infty \frac{(1 + \omega^2 t^2)^m}{d \omega} (1 + f^2 \omega^2 t^2)^n}} \sqrt{\frac{A}{B}} = \sqrt{\frac{A}{B}} \sqrt{\frac{f^m}{f^{m-1}}} \sqrt{\frac{B}{A}}.$$

констант имеет вид:

Для получения оптимальных констант формирования находим минимум среднеквадратичного шума (приложение 1). Выражение для оптимальных

плитуды импульса быстро уменьшается. время достижения максимума увеличивается с увеличением f и n , а метров m , n и f представлены на рис. 1, 2, 3. На рисунках видно, что

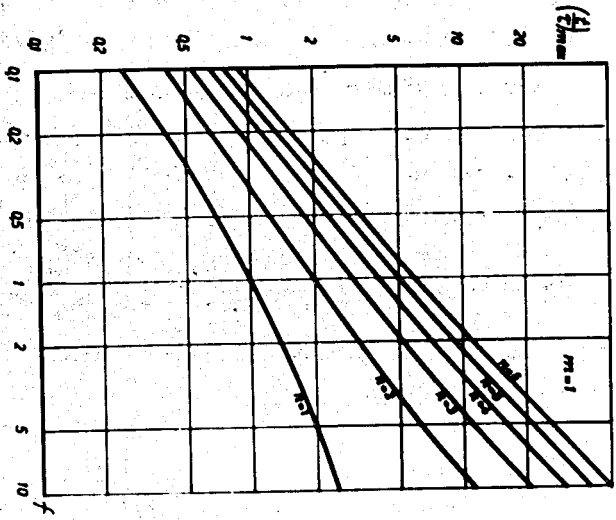


Рис. 1.

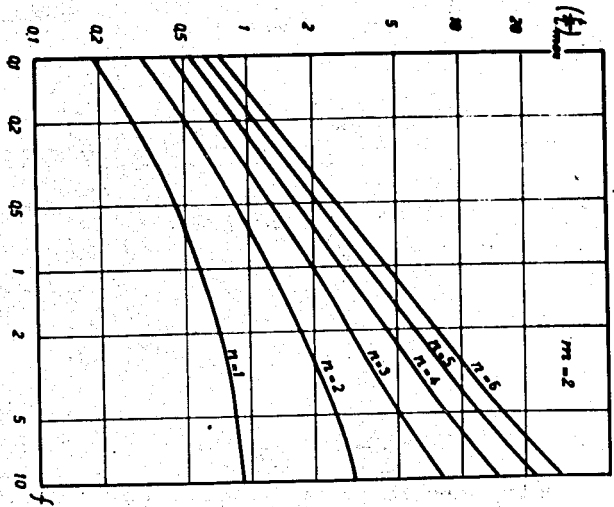


Рис. 2.

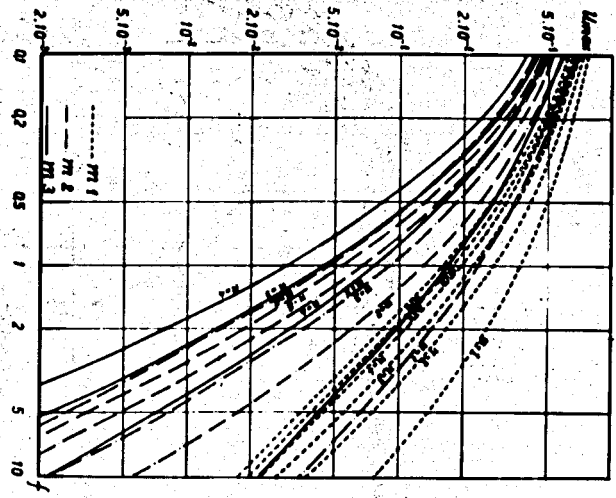


Рис. 3.

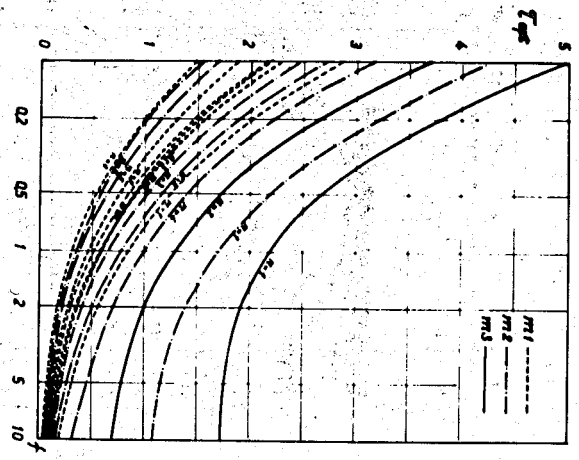


Рис. 4.

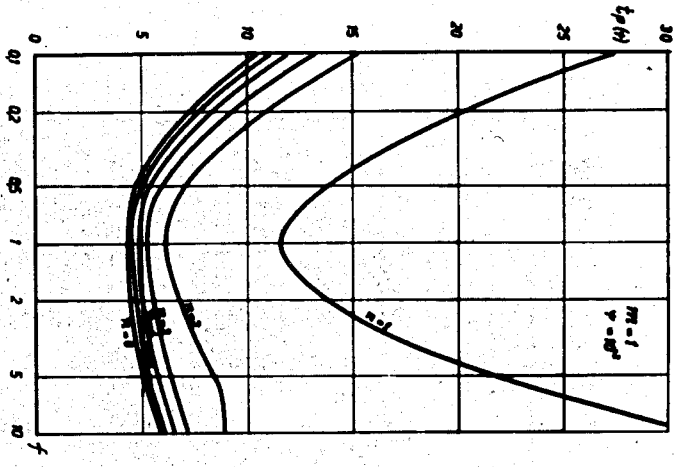


Рис. 5.

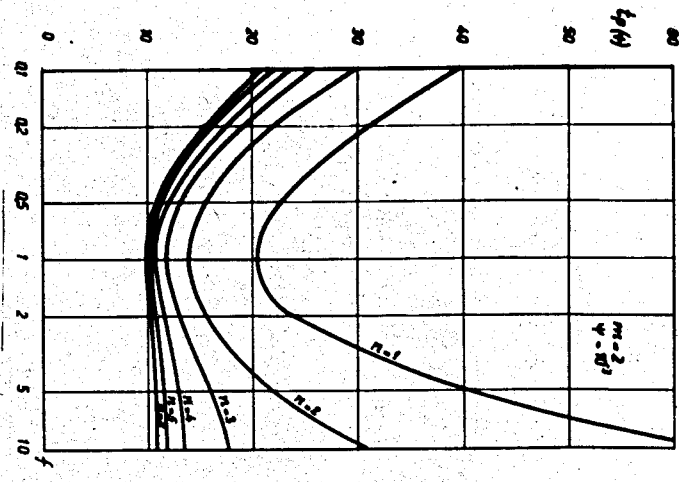
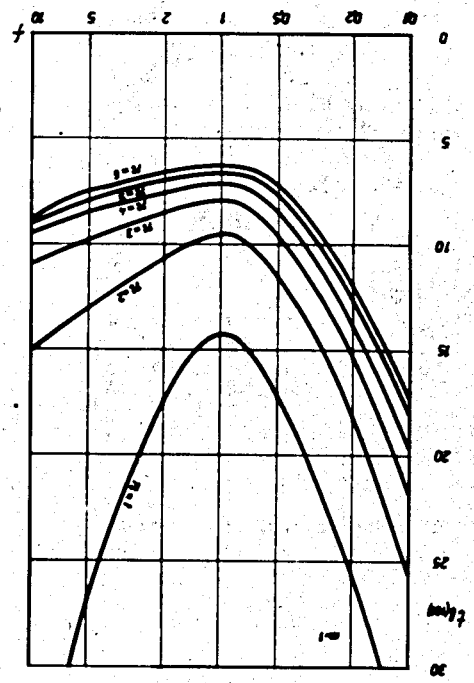
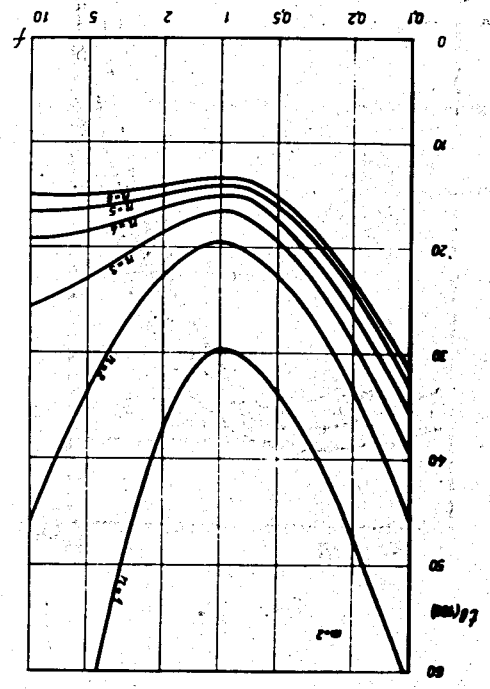


Рис. 6.

PHC. 7.



PHC. 8.



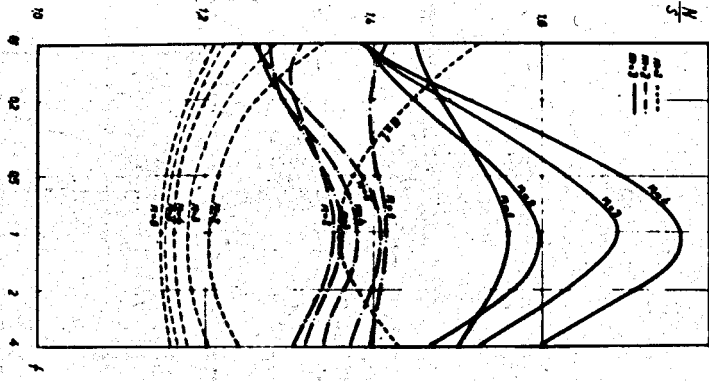


Рис. 9.

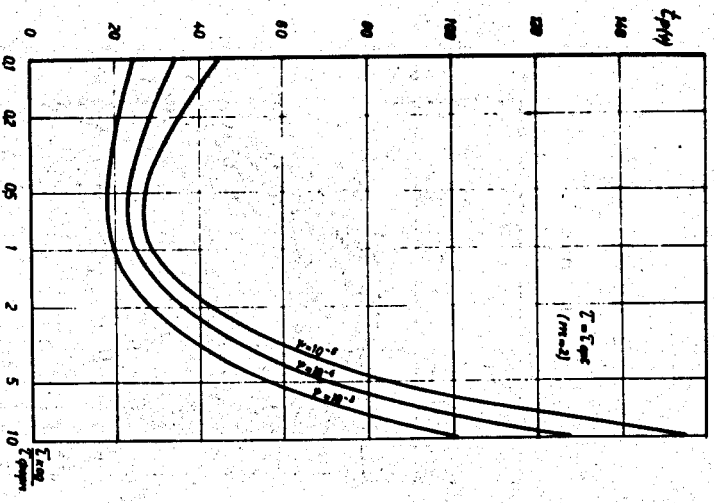


Рис. 10.

FIG. 11.

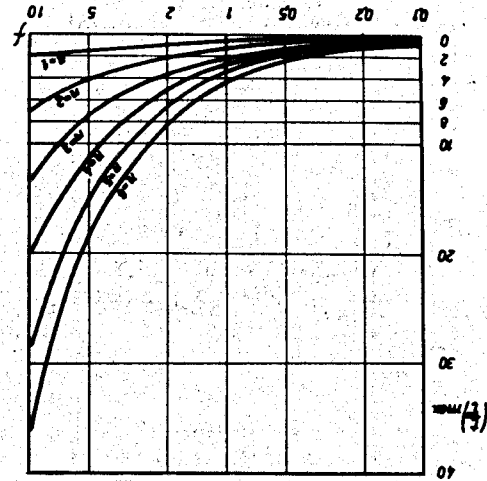
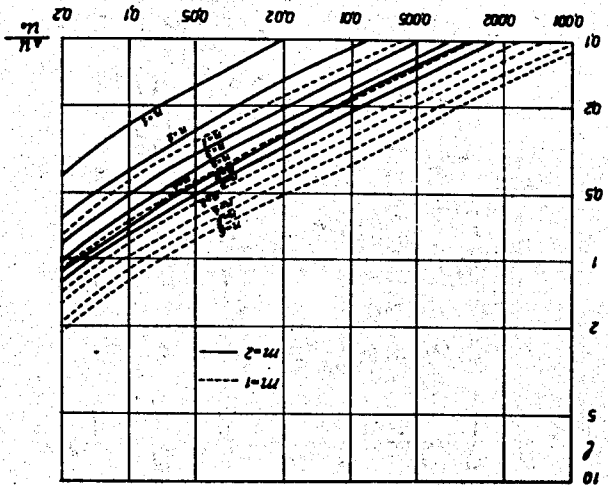


FIG. 12.



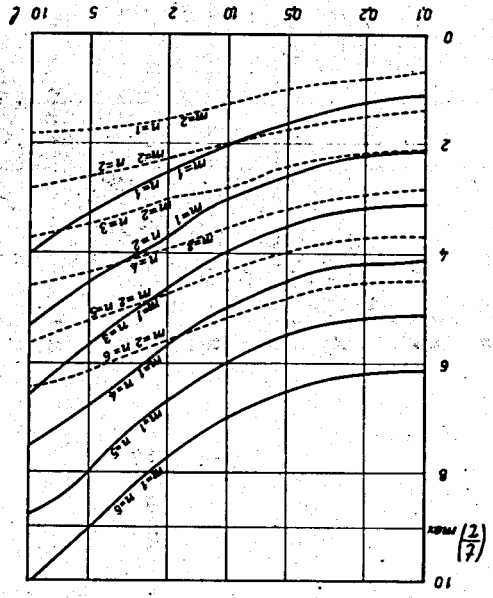
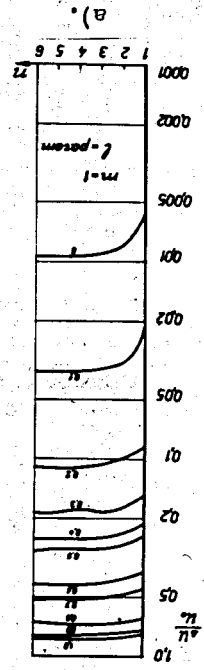
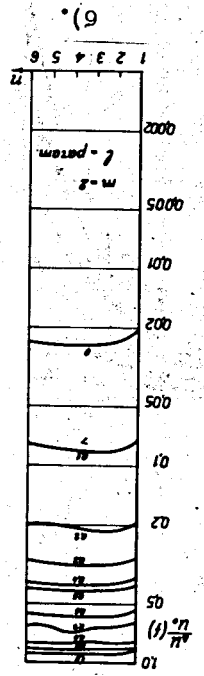


Fig. 14.



a).



6).

Fig. 13.

Импульсы с выхода усилителя попадают на выход преобразователя амплитуда-время, как правило, через переходную RC-цепь. Константа времени этой переходной цепи намного больше предельных или соизмерима с ним. Во втором случае получается биполярный импульс, форма которого зависит от отношения константы дифференцирования второй цепи к величине константы формирования остальных цепей f .

Выходное напряжение после второй дифференцирующей цепи имеет вид:

$$U(t) = \frac{1}{f} \left\{ -\frac{\phi_0}{f} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{f} \left(\frac{\phi_0}{f} \right)^n + \frac{1}{f} \left(\frac{\phi_0}{f} \right)^n \right\} e^{-ft}$$

где $f = \frac{1}{T_{\text{кол}}}$. Время достижения максимума в зависимости от f показано на рис. 11. На рис. 10 показана зависимость $f(\psi)$ от f . Очевидно, при $0,3 < f > 1$ имеет место ухищрение параметров формирователя. Выгодно выбрать либо $f = 1$, либо $f \gg 1$. Второй случай эквивалентен случаю однократного дифференцирования.

Поскольку в некоторых случаях возможен большой разброс в значениях фронтов входных импульсов, нами проанализировано влияние изменения фронта входного импульса на амплитуду выходного импульса. При анализе изменения фронта входного импульса моделировано интегрированием с константой времени ϕ , минимальная величина которой равна нулю. Для выходных напряжений при однократном и двукратном дифференцировании получаем:

Эти результаты представлены на рис. 12. Для получения зависимости $\frac{\Delta U}{U^0}$ от n в более наглядном виде построен график при одинаковом абсолютном изменении фронта входного импульса. Такая зависимость может быть получена, если положить

$$\frac{\Delta U}{U^0} = \frac{U(0)}{U(0) - U(\delta)}$$

где $\delta = \frac{\Delta \varphi}{\varphi}$. По этим функциям вычислим

$$\left\{ \frac{\delta}{1-\delta} \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right)^{n+1} + \frac{\delta}{1-\delta} \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right)^n \right\} \times \left[\frac{\delta}{1-\delta} \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right)^{n+1} + \frac{\delta}{1-\delta} \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right)^n \right]$$

$$\times \left[\frac{\delta}{1-\delta} \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right)^{n+1} + \frac{\delta}{1-\delta} \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right)^n \right]$$

$$\times \left[\frac{\delta}{1-\delta} \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right)^{n+1} + \frac{\delta}{1-\delta} \left(\frac{\delta}{1-\delta} \right)^n \right]$$

Среднеквадратичное напряжение шума при разных константах интегрирования и дифференцирования, если положить $\omega T^2 = x$ и $T^2 = 1$, $f = 1$,

Приложение 1

Полученные данные могут быть полезными при конструировании линейных спектрометрических усилителей для прецизионной спектрометрии. Формирователя.

отличаться от единицы на $\pm 50\%$ без существенного ухудшения параметров в) Соотношение констант дифференцирования и интегрирования может

интерпретируемых эвель не должно превышать 2. кратное интегрирование, а при трехкратном дифференцировании количество шум/сигнал. При однократном дифференцировании можно использовать

2 + 6-кратное интегрирование, при двукратном дифференцировании уменьшением амплитуды выходного импульса или ухудшением соотношения

6) Ограничение количества интерпретируемых эвель определяется или при однократном, так и при двукратном дифференцировании. пирующих цепей формирователя является близким к оптимальному как а) Выбор одинаковых констант времени интегрирующих и дифферен-

Выводы

та импульса больше чем, при $m = 1$. наименьшее увеличение n это влияние незначительно. При $m = 2$ влияние фронта входного импульса на амплитуду выходного импульса. При дальнейшем при изменении n с 1 до 2 имеет место резкое увеличение влияния. Результаты этих вычислений представлены на рис. 18. Из рисунка видно,

$$f = \frac{T^2}{\Phi} \sqrt{2n - 1}$$

$$J_{m-1}^{m-1} = \int_0^1 \frac{(1-u)^{m-3/2} u^{n-1/2} [2n+1]_n}{(1-u)^{m-3/2} u^{n-1/2}} du.$$

$$J_m^m = \int_0^1 \frac{(1-u)^{m-1/2} u^n [2n+1]_n}{(1-u)^{m-1/2} u^n} du.$$

вид:

Тогда границы интегрирования изменяются на 0 и 1, а интервал примут для численного интегрирования меняем границы, полагая $x^2 = 1/n - 1$.

$$\frac{J_2^m}{J_m^m} = \frac{A J_m^m \sqrt{\frac{J_{m-1}^m}{J_m^m}}}{2\pi} \sqrt{\frac{J_{m-1}^m}{J_m^m}} \sqrt{AB} + \frac{2\pi}{B} \sqrt{\frac{J_{m-1}^m}{J_m^m}} \sqrt{\frac{J_m^m}{A}} \sqrt{\frac{J_{m-1}^m}{J_m^m}} \sqrt{\frac{J_m^m}{A}} = \frac{J_2^m}{J_m^m} \sqrt{\frac{AB}{A}}$$

Полученное выражение подставляем в $\frac{J_2^m}{J_m^m}$

$$J_{opt}^m = \sqrt{\frac{J_m^m}{A}} \sqrt{\frac{B}{A}}.$$

Находим производную по J_{opt}^m , приравняем ее к нулю и получаем:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{J_2^m}{J_m^m} \right) = \frac{2\pi t^m}{A} \frac{(1+t^2 x^2)^n}{A} + \frac{J_m^m}{B t^m} \frac{J_{m-1}^m}{J_m^m} \times \int_0^1 \frac{2\pi t^m}{A} \frac{(1+x^2)^m}{x^2} \frac{(1+t^2 x^2)^n}{dx} + \frac{B t^m}{2\pi} \frac{(1+x^2)^m}{(1+t^2 x^2)^{m-1}} \times$$

будет:

Л и т е р а т у р а

1. С.И.Орманджиев. Сообщение ОИЯИ Р6-6052, Дубна, 1971.
2. А.Б.Джигитси. Сигнал, шум и разрешающая способность усилителей. Атомиздат, 1964.
3. Ю.К.Акимова и др. Полупроводниковые детекторы ядерных частиц и их применение. Атомиздат, 1967.
4. С.Р.Аврамов, С.И.Орманджиев. Сообщение ОИЯИ Р13-6223, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 июля 1972 года.