

Г. Г. МАТУШКИН
 (Новосибирск)

ЗОНЫ ДОПУСТИМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОРОГОВ СРАБАТЫВАНИЯ УСТРОЙСТВ СРАВНЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНО СЛЕДЯЩИХ И НЕРАВНОМЕРНО РАЗВЕРТЫВАЮЩИХ ДЕСЯТИЧНЫХ АЦИП

В [1] приведены выражения для определения зависимости быстродействия десятичных неравномерно следящих АЦИП при пропорциональном дрейфе порогов срабатывания устройства сравнения.

Целью настоящей работы является получение допустимых зон произвольного изменения порогов срабатывания как неравномерно следящих, так и неравномерно развертывающих АЦИП, при которых их быстроедействие (максимальное число тактов уравнивания) остается неизменным. Подобный анализ зависимости максимального числа тактов АЦИП от всех возможных соотношений между порогом срабатывания устройства сравнения при числе порогов больше двух является весьма сложной и трудоемкой задачей. Поэтому он был проведен путем моделирования процесса измерения исследуемыми типами АЦИП на ЭЦВМ. Результат моделирования выдавался в виде координат границ переходов максимального числа тактов уравнивания от одного значения к другому. Координаты выражались в единицах дискретности шкалы Δ . Дискретность изменения измеряемой величины A_x и порогов срабатывания $A_{порl}$ была принята равной $0,5\Delta$. Наименьший порог срабатывания устройства сравнения был принят постоянным и равным $0,75\Delta$.

Схема алгоритма получения зависимости максимального числа тактов уравнивания от изменения порогов срабатывания устройства сравнения при различных соотношениях между ними, записанная на языке АЛГОЛ-60 [2], для АЦИП с четырьмя порогом срабатывания имеет следующий вид:

```
begin real a, b, c, d, e, f, g, k, p, q, A пор 1; integer m, Am, Ak1, Ak2, Ak3, Ak4;
ввод (a, b, c, d, e, f, g, k, p, q, A пор 1, m, Am, Ak1, Ak2, Ak3, Ak4);
begin array B (1 : m); real Ax, G, A пор 2, A пор 3, A пор 4; integer i, j, h, l, n;
i := l := 0; for j := 1 step 1 until m do B[j] := 0;
for A пор 4 := a step b until c do;
begin comment цикл изменения старшего 4-го порога срабатывания;
for A пор 3 := d step e until f do;
begin цикл изменения 3-го порога срабатывания;
for A пор 2 := g step u until p do;
begin comment цикл изменения 2-го порога срабатывания;
n := 0; for Ax := 0 step g until Am do;
begin comment цикл изменения измеряемой величины;
```

$h := 0; G := Ax$; comment ниже следуют четыре условных оператора сравнения сигнала рассогласования с установленными в данном цикле значениями порогов срабатывания;

$L1: \text{if } \text{abs}(G) > A \text{ пор } 4 \text{ then go to } M4 \text{ else;}$

$L2: \text{if } \text{abs}(G) > A \text{ пор } 3 \text{ then go to } M3 \text{ else;}$

$M3 : G := \text{abs}(G) - Ak3; h := h + 1; \text{go to } L2;$

$M4 : G := \text{abs}(G) - Ak4; h := h + 1; \text{go to } L1;$

comment определение максимального числа тактов уравнивания n :

$N : n := \text{if } n < h \text{ then } h \text{ else } n$

end определение границы перехода от одного значения максимального числа тактов уравнивания к другому и фиксирование ее координат;

$\text{if } \text{abs}(n-l) = 0 \text{ then go to } R \text{ else } i := i + 4;$

$B[i-3] := n; B[i-2] := A \text{ пор } 4; B[i-1] := A \text{ пор } 3; B[i] := A \text{ пор } 2; l := n; R:$

$i := n; R:$

end end end; вывод (B);

end end

Здесь $A \text{ пор } 1, A \text{ пор } 2, A \text{ пор } 3, A \text{ пор } 4$ — соответственно 1, 2, 3, 4-й пороги срабатывания устройства сравнения; $Ak1, Ak2, Ak3, Ak4$ — соответствующие значения ступеней компенсационной величины; a, d, g — минимальные значения соответственно 4, 3 и 2-го порогов срабатывания; b, e, k, q — дискретности изменения соответственно 4, 3 и 2-го порогов срабатывания и измеряемой величины Ax ; c, f, p, Am — максимальные значения соответственно 4, 3 и 2-го порогов срабатывания и измеряемой величины; G — значение сигнала рассогласования между измеряемой и компенсационной величинами; n — максимальное число тактов уравнивания; i, j, h, l — вспомогательные переменные.

При использовании устройства сравнения с тремя порогами срабатывания схема алгоритма будет аналогична приведенной, за исключением того, что в ней будет отсутствовать оператор цикла для 4-го порога срабатывания, условный оператор под меткой $L1$ и группа из трех операторов после метки $M4$.

Подставляя в приведенную схему нужные значения $A \text{ пор}$, Ak , Am , а также $a, b, c, d, e, f, g, k, p, q$, можно, пользуясь ЭЦВМ, легко получить указанные выше зависимости максимального числа тактов уравнивания от значений порогов срабатывания как для неравномерно развертывающихся, так и для неравномерно следящих десятичных АЦИП с любым числом разрядов, для любых пределов изменения порогов срабатывания и значений ступеней компенсационной величины.

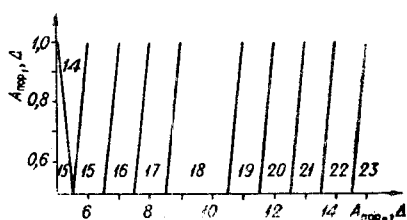


Рис. 1.

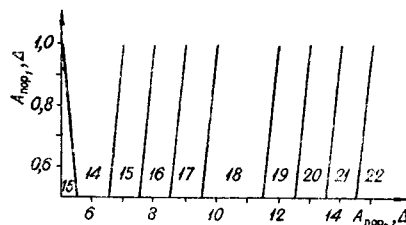


Рис. 2.

На рис. 1 приведен график, относящийся к двухразрядным неравномерно следящим и неравномерно развертывающимся АЦИП с двумя порогами срабатывания устройства сравнения при формировании компенсационной величины ступенями, значения которых равны весовым значениям разрядов. График на рис. 2 относится к тем же АЦИП, но со значениями ступеней, равными суммам весовых значений разрядов. При

этом цифры на графике указывают максимальное число тактов уравнивания АЦИП. Так, например, в первом случае, если $A_{пор_2} = 6,75 \Delta$, а $A_{пор_1} = 0,6 \Delta$, то максимальное число тактов уравнивания будет равно 16. Если при том же значении $A_{пор_2}$ $A_{пор_1}$ изменится до величины $0,9 \Delta$, то максимальное число тактов уравнивания уменьшится до 15. Из сравнения графиков на рис. 1 и 2 ясно видно, что зоны, в которых максимальное число тактов уравнивания не превышает данного значения, для АЦИП с формированием компенсационной величины ступенями, равными суммам весовых значений разрядов, шире, чем для АЦИП с формированием ее ступенями, равными весовым значениям разрядов.

На рис. 3, 4, 5 и 6 приведены графики подобных зависимостей для 3-разрядных АЦИП с тремя порогами срабатывания, причем рис. 3, 4

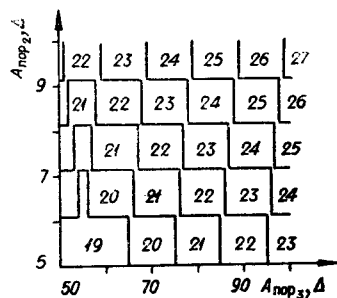


Рис. 3.

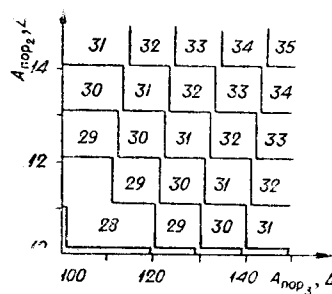


Рис. 4.

относится соответственно к неравномерно следящим и неравномерно развертывающим АЦИП с формированием компенсационной величины ступенями, значения которых равны весовым значениям разрядов, а рис. 5, 6 относятся к неравномерно следящим и неравномерно развертывающим АЦИП с формированием компенсационной величины ступенями, равными суммам весовых значений разрядов. Цифры на графиках так же, как и в предыдущем случае, указывают максимальное число тактов уравнивания при нахождении значений порогов срабатывания в данных зонах.

Из сравнения полученных графиков следует, что способ формирования компенсационной величины ступенями, равными суммам весовых значений разрядов, является и в этом случае также более предпочтительным. Анализ дополнительного влияния изменения $A_{пор_1}$ показы-

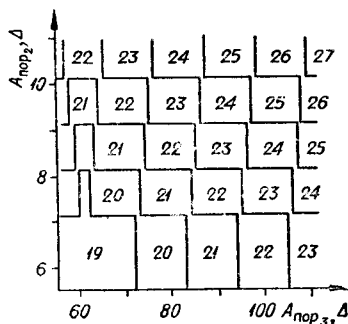


Рис. 5.

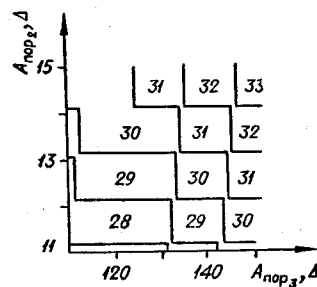


Рис. 6.

вает, что оно незначительно и может сдвигать границы графика не более чем на $0,5\Delta$.

Исследование зависимостей максимального числа тактов уравнивания для АЦИП с четырьмя порогами срабатывания устройства сравнения (при условии, что $A_{пор1} = \text{const} = 0,75$) приводит к необходимости построения трехмерных графиков, которые получаются весьма неудобными для наглядного представления. Поэтому было принято целесообразным построить ряд графиков двумерных представлений, которые являются как бы сечениями получаемых объемов по оси $A_{пор4}$. При этом дискретность изменения 4-го порога срабатывания была принята равной 10Δ . Поскольку графики являются симметричными относительно оптимальных значений порогов срабатывания в области их допустимых изменений, то их начальные значения были приняты равными этим оптимальным.

На рис. 7, а — р приведены графики зависимостей для 3-разрядного неравномерного следящего АЦИП с формированием компенсационной величины ступенями, равными суммам весовых значений разрядов. Они

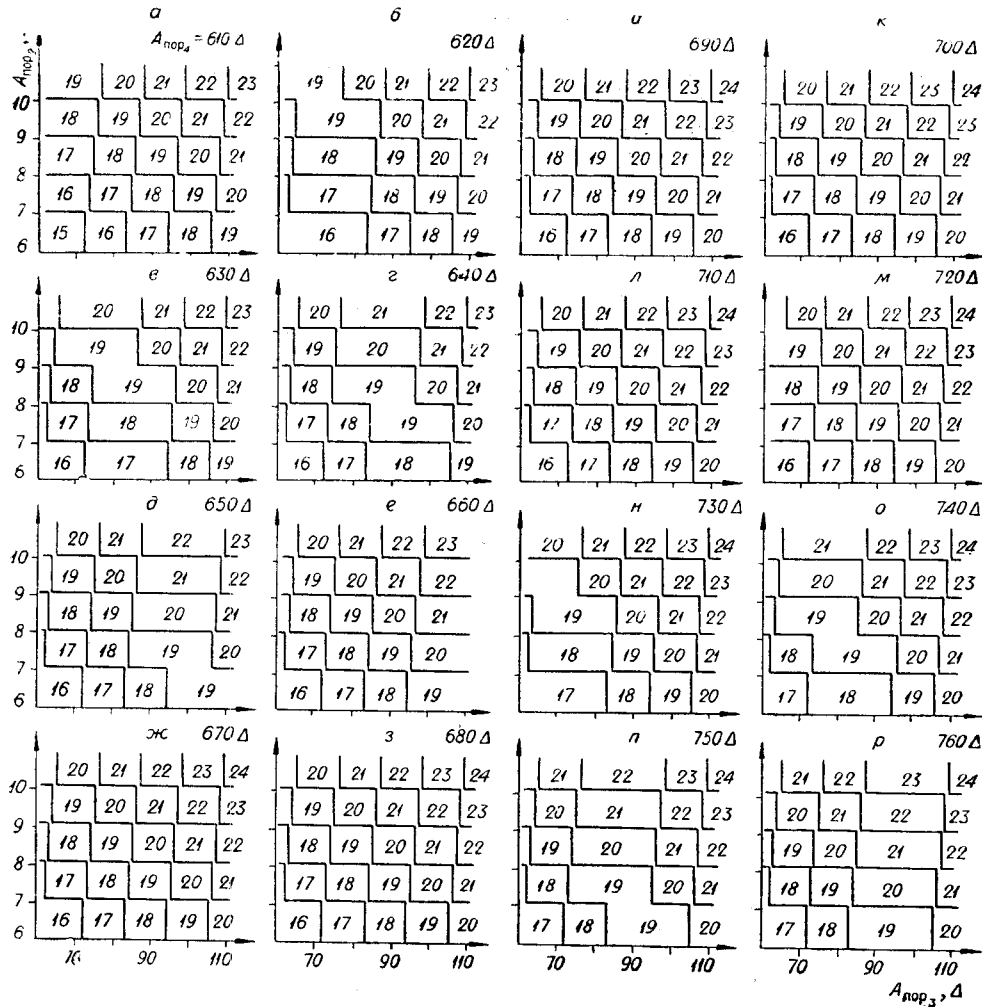


Рис. 7.

оказываются несколько несимметричными относительно прямой, соответствующей пропорциональному изменению порогов срабатывания устройства сравнения, и это обстоятельство может быть использовано при задании допусков на дрейф порогов срабатывания при проектировании АЦИП. Более детальный анализ зоны допустимых изменений порогов срабатывания, в которой максимальное число тактов уравнивания соответствует наименьшему значению, равному 15, показывает, что она имеет место при изменении $A_{\text{пор}}$ в пределах 607—616 Δ .

Для 4-разрядного неравномерно следящего АЦИП при тех же четырех порогах срабатывания устройства сравнения характер зависимостей остается точно таким же, однако все значения максимального числа тактов уравнивания, указанные на графике, необходимо увеличить на 8. Это следует из того, что на уравнивание старшей декады в наихудшем случае, который определяет максимальное число тактов уравнивания такого АЦИП, всегда будет требоваться 8 тактов [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Г. М а т у ш к и н. Влияние изменения порогов срабатывания устройств сравнения на максимальное число тактов уравнивания в неравномерно следящих десятичных АЦИП.— Автометрия, 1968, № 3.
2. С. С. Л а в р о в. Универсальный язык программирования (АЛГОЛ-60). М., «Наука», 1967.

*Поступила в редакцию
2 декабря 1968 г.*