

Отчет по тестовому заданию

В тестовом задании генерировался синусоидальный сигнал по таблице синусов с частотой 837.7 Гц и частотой дискретизации 8 кГц.

Главное условие задачи – запрет на использование операций с числами с плавающей точкой. Под операциями понималось использование специальных регистров архитектуры для чисел с плавающей точкой. Поэтому также не использовались операции объявления плавающего типа и неявного преобразования к нему.

Ключевая проблема – поддержание минимального расхождения фазы между моделируемым сигналом и истинным. В первой итерации работы использовалось приближение числовой последовательностью. Однако расхождение между фазами на 80000-ой итерации уже составляло несколько сотен периодов синусоидального сигнала.

Поэтому в решении применён другой метод:

$$NT_{\text{син}} = iT_{\text{дис}},$$

N – число периодов синусоидального сигнала (рациональное число), i – итерация генерации (натуральное число). Исходя из этого равенства, итерация генерации раскладывается по степеням двойки, в итоговую фазу для данной итерации идет вклад со всех степеней.

Код представлен далее:

```
#include <stdio.h>

typedef short int16_t;
typedef long int32_t;

static const int16_t sintbl[512]=
{
0,402,804,1206,1608,2009,2411,2811,3212,3612,4011,4410,4808,5205,5602,5998,6393,6787,
7180,7571,7962,8351,8740,9127,9512,9896,10279,10660,11039,11417,11793,12167,12540,
12910,13279,13646,14010,14373,14733,15091,15447,15800,16151,16500,16846,17190,17531,
17869,18205,18538,18868,19195,19520,19841,20160,20475,20788,21097,21403,21706,22006,
22302,22595,22884,23170,23453,23732,24008,24279,24548,24812,25073,25330,25583,25833,
26078,26320,26557,26791,27020,27246,27467,27684,27897,28106,28311,28511,28707,28899,
29086,29269,29448,29622,29792,29957,30118,30274,30425,30572,30715,30853,30986,31114,
31238,31357,31471,31581,31686,31786,31881,31972,32058,32138,32214,32286,32352,32413,
32470,32522,32568,32610,32647,32679,32706,32729,32746,32758,32766,32767,32766,32758,
32746,32729,32706,32679,32647,32610,32568,32522,32470,32413,32352,32286,32214,32138,
32058,31972,31881,31786,31686,31581,31471,31357,31238,31114,30986,30853,30715,30572,
```

30425,30274,30118,29957,29792,29622,29448,29269,29086,28899,28707,28511,28311,28106,
27897,27684,27467,27246,27020,26791,26557,26320,26078,25833,25583,25330,25073,24812,
24548,24279,24008,23732,23453,23170,22884,22595,22302,22006,21706,21403,21097,20788,
20475,20160,19841,19520,19195,18868,18538,18205,17869,17531,17190,16846,16500,16151,
15800,15447,15091,14733,14373,14010,13646,13279,12910,12540,12167,11793,11417,11039,
10660,10279,9896,9512,9127,8740,8351,7962,7571,7180,6787,6393,5998,5602,5205,4808,
4410,4011,3612,3212,2811,2411,2009,1608,1206,804,402,0,-402,-804,-1206,-1608,-2009,
-2411,-2811,-3212,-3612,-4011,-4410,-4808,-5205,-5602,-5998,-6393,-6787,-7180,-7571,
-7962,-8351,-8740,-9127,-9512,-9896,-10279,-10660,-11039,-11417,-11793,-12167,-12540,
-12910,-13279,-13646,-14010,-14373,-14733,-15091,-15447,-15800,-16151,-16500,-16846,
-17190,-17531,-17869,-18205,-18538,-18868,-19195,-19520,-19841,-20160,-20475,-20788,
-21097,-21403,-21706,-22006,-22302,-22595,-22884,-23170,-23453,-23732,-24008,-24279,
-24548,-24812,-25073,-25330,-25583,-25833,-26078,-26320,-26557,-26791,-27020,-27246,
-27467,-27684,-27897,-28106,-28311,-28511,-28707,-28899,-29086,-29269,-29448,-29622,
-29792,-29957,-30118,-30274,-30425,-30572,-30715,-30853,-30986,-31114,-31238,-31357,
-31471,-31581,-31686,-31786,-31881,-31972,-32058,-32138,-32214,-32286,-32352,-32413,
-32470,-32522,-32568,-32610,-32647,-32679,-32706,-32729,-32746,-32758,-32766,-32768,
-32766,-32758,-32746,-32729,-32706,-32679,-32647,-32610,-32568,-32522,-32470,-32413,
-32352,-32286,-32214,-32138,-32058,-31972,-31881,-31786,-31686,-31581,-31471,-31357,
-31238,-31114,-30986,-30853,-30715,-30572,-30425,-30274,-30118,-29957,-29792,-29622,
-29448,-29269,-29086,-28899,-28707,-28511,-28311,-28106,-27897,-27684,-27467,-27246,
-27020,-26791,-26557,-26320,-26078,-25833,-25583,-25330,-25073,-24812,-24548,-24279,
-24008,-23732,-23453,-23170,-22884,-22595,-22302,-22006,-21706,-21403,-21097,-20788,
-20475,-20160,-19841,-19520,-19195,-18868,-18538,-18205,-17869,-17531,-17190,-16846,
-16500,-16151,-15800,-15447,-15091,-14733,-14373,-14010,-13646,-13279,-12910,-12540,
-12167,-11793,-11417,-11039,-10660,-10279,-9896,-9512,-9127,-8740,-8351,-7962,-7571,
-7180,-6787,-6393,-5998,-5602,-5205,-4808,-4410,-4011,-3612,-3212,-2811,-2411,-2009,
-1608,-1206,-804,-402

};

void main()

{

FILE* f;

f = fopen("output.pcm","wb");

// place your code here...

if (f == NULL) return;

int32_t phase = 0;

int16_t count = 0;

for (int32_t j = 0, i; j < 144000; ++j) {

i = j;

```

phaze = (i >> 17) * 7027137;
i = i & 131071;
phaze += (i >> 11) * 109799;
i = i & 2047;
phaze += (i >> 8) * 13725;
i = i & 255;
phaze += (i >> 6) * 3431;
i = i & 63;
phaze += (i >> 3) * 429;
i = i & 7;
phaze += (i >> 1) * 107;
i = i & 1;
phaze += i * 54;
count = sintbl[phaze & 511] / 2;
putc((char)count, f);
putc((char)(count >> 8), f);
}
fclose(f);
}

```

Для анализа погрешности результата написан скрипт в блокноте Google Colab.

График расхождения фаз между моделируемым сигналом и истинным представлен далее:

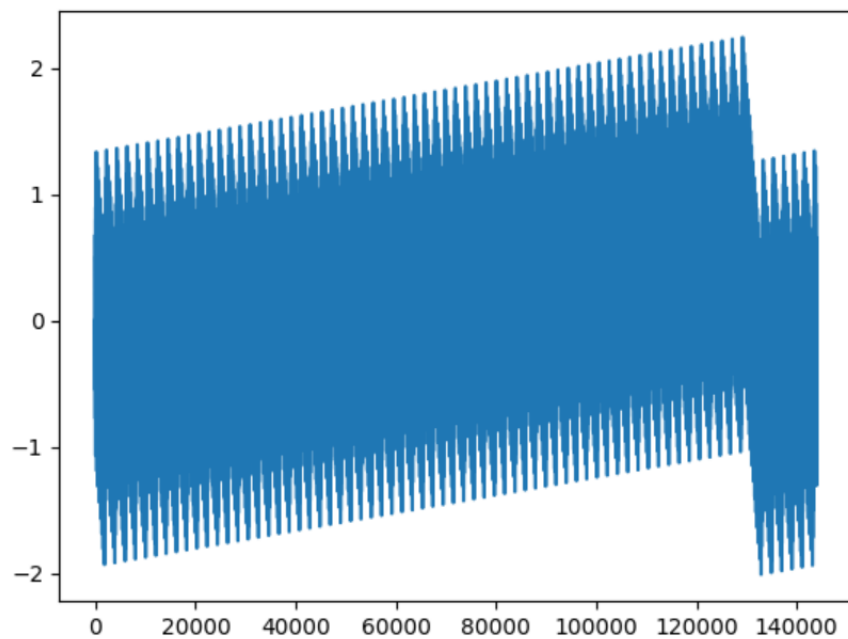


Рисунок 1 – График расхождения фаз

По графику видно, что максимальное расхождение фазы по модулю составляет примерно 2 единицы. Если полный период синуса составляет 512 единиц, то погрешность моделирования фазы составляет менее 1%.

График итоговой погрешности от итерации генерации представлен далее:

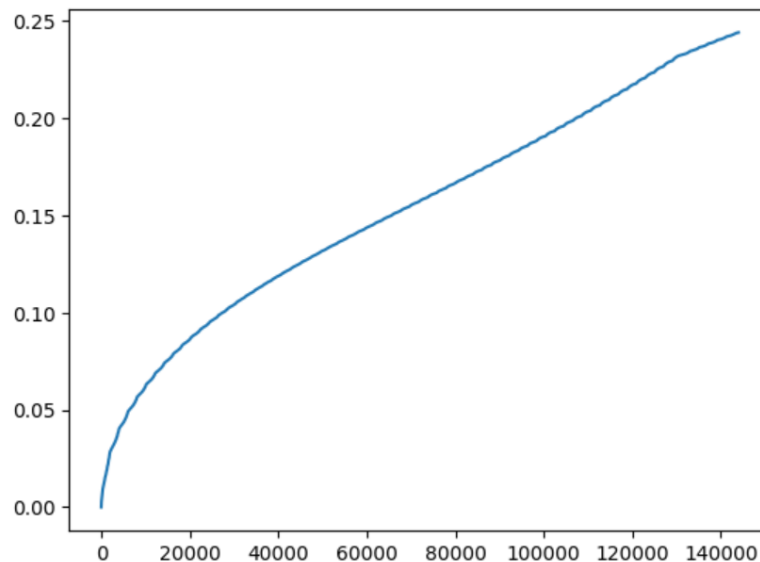


Рисунок 2 – График итоговой погрешности

По рисунку 2 видно, что на бесконечности график линейно зависит от числа генерации. Это значит, что весомый вклад в погрешность вносит 1 фактор. И этот фактор – погрешность округления моделирования амплитуды сигнала, ведь -6дБ это не ровно ослабление в 2 раза.

Средний относительный разброс генерации составил 0.001%