

Д.А. Гринюк, доц., канд. техн. наук,
А. С. Астапенко, студ.
А. М. Широков, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ ДИСКРЕТИЗАЦИИ И КВАНТОВАНИЯ В ПЛК

Наличие автоматизации технологических процессов стало обязательным условием в современных экономических условиях. Период экстенсивного пути повышения уровня автоматизации за счет установки измерительных приборов с необходимой точностью и настройкой локальных контуров практически завершился. Получение конкурентных преимуществ требует применения более сложных алгоритмов, адаптации локальных контуров под действием изменяющихся контуров и оптимизации в реальном времени. Для построения эффективных систем управления требуется использовать динамическую компенсацию основных возмущений и идентификацию каналов регулирования. Повышение эффективности за счет математической обработки трендов следует проводить с осторожностью, так как измерительная информация может быть существенно искажена измерительными каналами.

Регулирование технологических параметров на сегодняшний день осуществляют программируемыми логическими контроллерами (PLC). Заявленная разрядность ADC и DAC современных находится в диапазоне 10-12 разрядов. Эффективная же разрядность еще ниже, поскольку определенная часть динамического диапазона модулей контроллера используют для компенсации потенциальных смещений каналов и диагностики.

Дискретизация аналоговых каналов в первую очередь повлияет на адекватность вычисления производных. С целью оценки вероятности ошибки вычисления производных было смоделирована ситуация работы объекта регулирования при разных значениях младшего разряда и оценена погрешность вычисления.

Моделирование производилось путем создания модели (рис. 1) в Simulink в Matlab и состояло из параллельных трех замкнутых контуров регулирования. Один был чисто аналоговым контуром с ПИД-регулятором трехёмкостном объекте с подмешенным случайном процессе. Кроме этого в обратной связи использовалось апериодическое звено в обратной связи. Настройки регулятора были подобраны по модифицированному интегральному критерию. Во втором варианте аналоговый ПИД-регулятор был заменен на цифровой вариант.

В третьем – использованный нелинейные элементы на выходе датчика и регулятора для отражения работы АЦП и ЦАП.

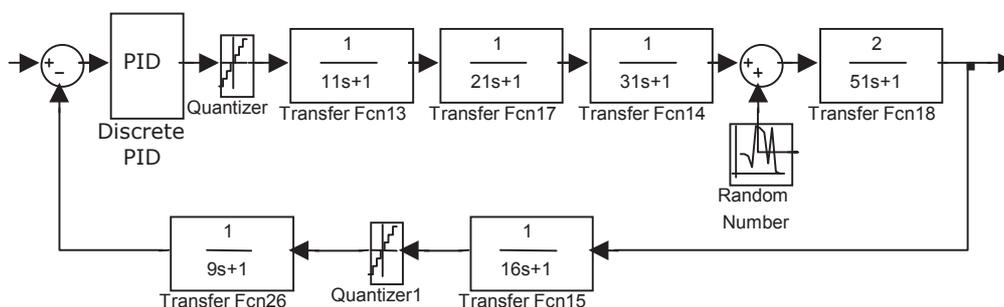


Рисунок 1 – Структура моделирования

Сигнал по каналу задания менялся плавно с различным величиной ускорения путем изменение амплитуды синусоидальных колебаний. Сигнал управления был сформирован так, чтобы производная менял свой знак и значение в широком диапазоне (рис. 2)

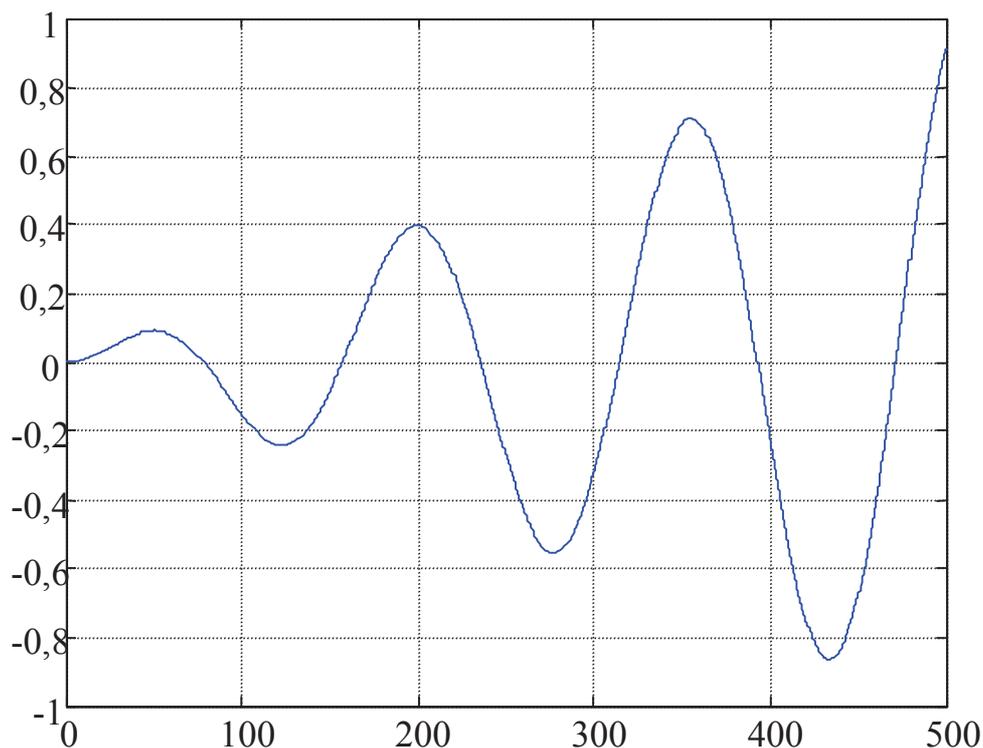


Рисунок 2 – Сигнал по канала задания для создания меняющегося значения и знака производной

Амплитуда случайного процесса подбиралась на уровне младшего значащегося разряда и была одинакова для всех контуров регулирования. Результаты сравнения для первой и второй производной можно увидеть на рис. 3-5.

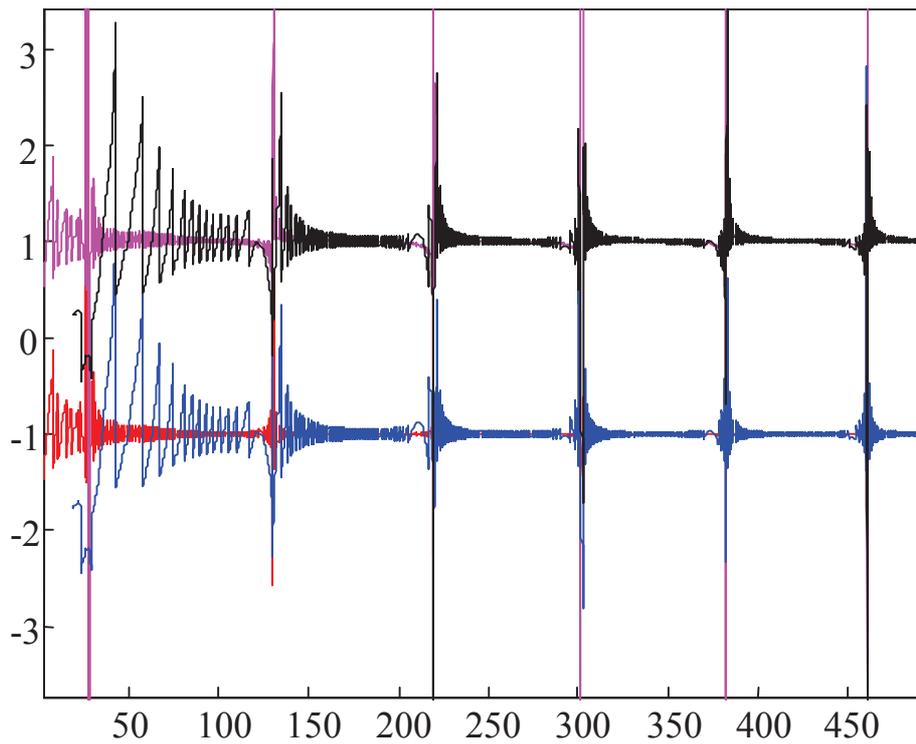


Рисунок 3 – Относительная погрешность вычисления первой производной Sample time 0,1; 1 (фрагмент)

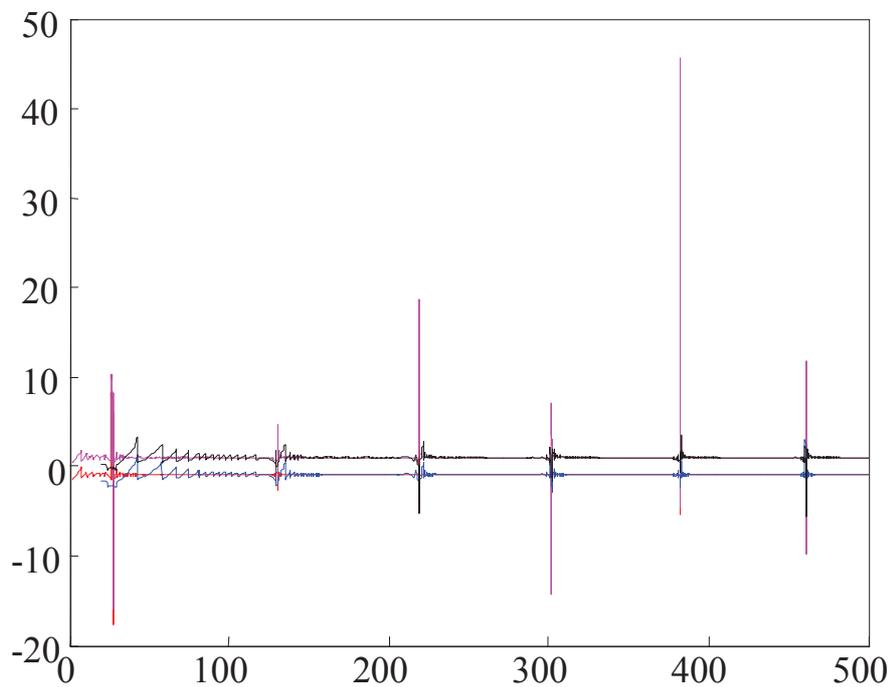


Рисунок 4 – Относительная погрешность вычисления первой производной Sample time 0,1; 1

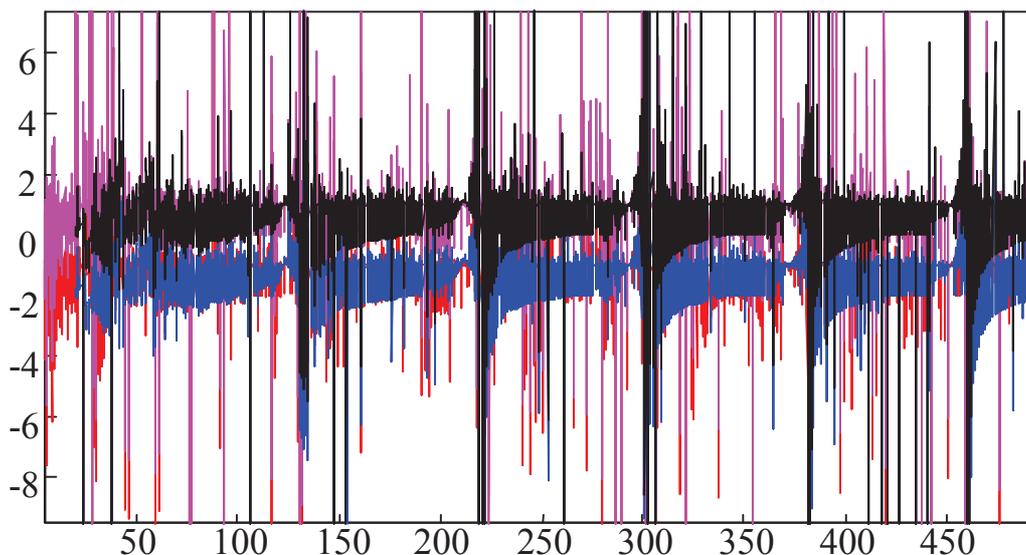


Рисунок 5 – Относительная погрешность вычисления второй производной Sample time 0,1; 1 (фрагмент)

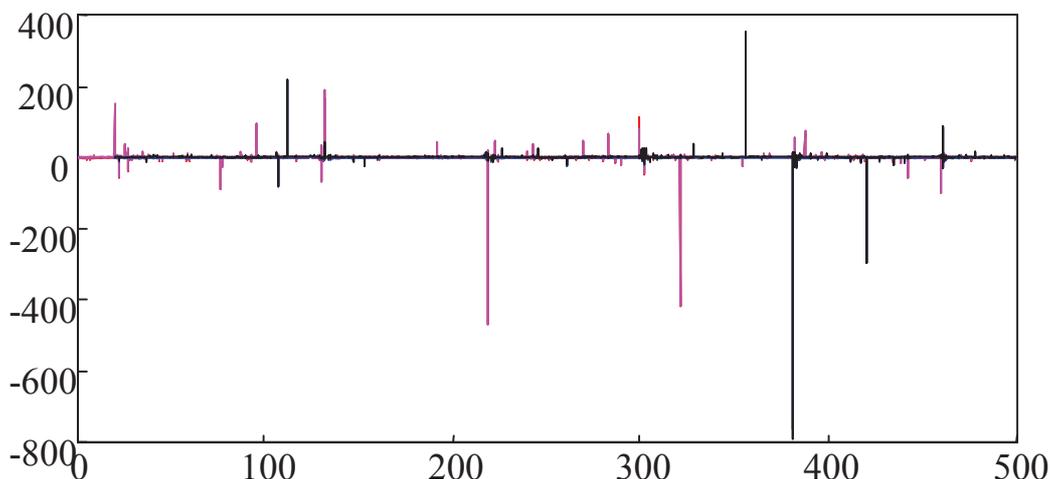


Рисунок 6 – Относительная погрешность вычисления второй производной Sample time 0,1; 1

Погрешность оценивалась по отношению к чисто аналоговой работе контура. Анализ результатов показал, что при вычислении только первой производной относительная погрешность может достигать 2000% ошибки. Наибольшая ошибка достигается при изменении знака ускорения сигнала задания. В среднем же при наличии на диапазоне работы 2000 комбинаций ADC она была 30-40%. Вычисление второй и третьей производной приводило к значительно большим погрешностям. Поэтому при использовании компенсаторов с необходимостью вычисления производных стоит ограничиваться первым порядком.