

# АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ИНДУКЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ НА УСТАНОВКАХ ТИПА ТОКА МАКС

А.И. Чухонастова

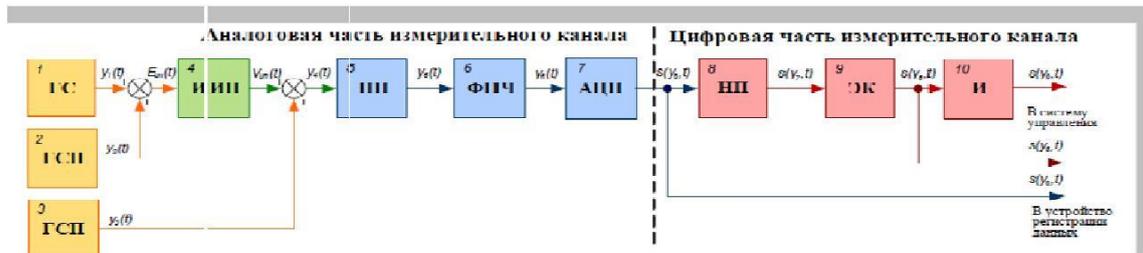
chukhnastova@gmail.com

Научный руководитель: Бходский А.В., к.т.н., доцент НИ ТПУ

Современные методы построения измерительных систем не и черпывают возможности своего применения на экспериментальных установках. Они могут применяться для построения систем сбора данных с физических диагностик, для которых требования к точности, помехоустойчивости и скорости передачи данных не такие жесткие, как для систем измерения электромагнитных параметров (СМИ).

В связи с этим, целью проекта является исследование алгоритмов обработки сигналов, измерение и реконструкция параметров магнитного поля.

Система автоматизации научных экспериментов электрофизической установки (ЭФУ) по количеству реализуемых функций управления и контроля технологических параметров, составу и технологичности используемой аппаратуры является сложным программно-техническим комплексом. Поиск неисправностей функционирования и настройка такого комплекса на заданные параметры сценария эксперимента оператором представляет собой трудоемкий и медленный процесс, при этом человеческий фактор в данном процессе играет особую негативную роль. Ввиду этих причин СМИ должна функционировать в автоматическом режиме.



1- генератор сигнала; 2, 3 – генератор сигнала помехи; 4- измерительный преобразователь; 5- нормирующий преобразователь; 6-аналоговый фильтр нижних частот; 7- аналого-цифровой преобразователь; 8- нормирующий преобразователь; 9- элемент частотной коррекции; 10 –интегратор,  $y_1(t)$  – идеальный аналоговый сигнал характеризующий скорость изменения потока магнитного поля ( $d\Phi/dt$ );  $y_2(t)$  – аналоговый сигнал помехи;  $E_{ин}(t)$  – реальный сигнал;  $V_{ин}(t)$  – реальный сигнала с датчика ЭМД;  $s(y_6, t)$  – реальный сигнал после аналого-цифрового преобразования;  $s(y_9, t)$  – цифровой сигнал, характеризующий магнитный поток ( $\Phi$ );  $s(y_8, t)$  – цифровой сигнал характеризующий скорость изменения потока магнитного поля ( $d\Phi/dt$ );  $s(y_6, t)$  – необрабатываемый цифровой сигнал (код АЦП).

Рисунок 1. Модель измерительного канала .

Датчики ЭМ Д, исходя из своего принципа действия, чувствительны не только к магнитным полям, формируемым плазмой, но также к полям, формируемым обмотками электромагнитной системы. Добавочные магнитные потоки, формируемые обмотками управления тока токамака, рассматриваются как систематические составляющие погрешности измерительных каналов, поскольку токовые диаграммы, формируемые в обмотках, определены на всем интервал эксперимента.

Поскольку магнитный поток, пронизывающий поверхность определяется  $\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\alpha)$  где,  $\alpha$  – угол между вектором магнитной индукции и нормалью к плоскости поверхности, а  $S$  – площадь поверхности, то зная габаритные размеры датчиков, текущий ток  $I$  в обмотках, координаты расположения датчиков  $r$  относительно обмоток управления из сигнала на выходе датчиков ЭМД вычитается значение систематической составляющей вносимой обмотками управления.

По результатам проведенного анализа сценария эксперимента и режимов работы электрофизической установки, а также, учитывая требования, обеспечивающие функциональную эффектив-

ность распределенных измерительных систем, был разработан стенд. Его хема представлена на рис. 2. При испытаниях канала передачи данных регистрация данных в ЭВМ длилась 10 с. После завершения эксперимента, полученные данные сохранялись в виде файла и передавались по интерфейсу Ethernet в сервер.

Были получены следующие результаты:

- 1) объем файла с данными составил 3201 Мбайт;
- 2) фактическое время, затраченное на сохранение данных в виде файла – 130 с;
- 3) время передачи файла в сервер – 72 с.

Время передачи данных, полученных в одном цикле измерения, во внешней системе управления составило 1.7 мкс.



Рисунок 2. Структурная схема стенда для испытания измерительных каналов

Наличие ошибок, возникающих при передаче данных, определялось путем обработки файла с полученными данными дополнительной подпрограммой, выполняющей поиск выпадений в счетной по следовательности. Эксперимент повторялся 25 раз, однако в результате не было выявлено ни одной из вышеперечисленных ошибок.

В результате модельных исследований измерительного канала, был проведен анализ литературных источников, выбраны методы исследования для достижения цели проекта. В рамках проекта проводился анализ методов исследования комплексных алгоритмов и многоканальных измерительных систем для измерения параметров магнитных полей.

### Список литературы

1. Обходский А. В., Меркулов С.В. Применение метода динамической коррекции информационных сигналов с датчиков электромагнитной диагностики для повышения качества управления параметрами плазмы на физических установках типа Т ОКАМАК // XV международная науч. практ. конференция молодых ученых. Современная техника и технологии: сборник трудов. – Томск, 20 09. – Т.2. – . 264–266.