Блок электроники БЭММ прибора ММФФ (1шт, изготовитель – ИКИ РАН), который являясь моноблоком, содержит следующие функциональные платы: блок источников вторичного питания (ВИП), измерительные аналоговые платы датчиков низкочастотного магнитного поля; платы АЦП; платы сопряжения датчиков высокочастотного магнитного поля с блоком сбора и обработки ММФФ плазменного эксперимента ПЛАЗМА-Ф и платы АЦП прибора ММФФ.

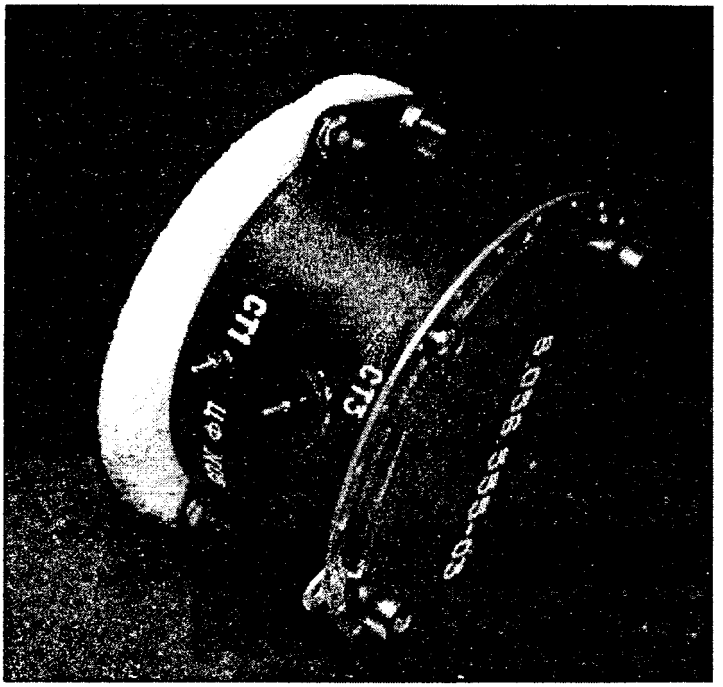

Рисунок 2 – Общий вид прибора ДП5

Для быстрых измерений параметров плазмы используются наборы интегральных цилиндров Фарадея (прибор ДП5) с различной ориентацией осей поля зрения и с различной величиной тормозящих потенциалов.

В докладе приводятся основные метрические и технические характеристики разработанных приборов и примеры измерений с их помощью.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДАТЧИКОВ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Зуйков И.Е., Кривицкий П.Г., Оксенчук И.Д.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Реализация потенциальных возможностей прецизионных датчиков угловых и линейных перемещений при применении их в инерциальных навигационных системах требует выполнения сопутствующих измерений температуры, как самих датчиков, так и элементов конструкции, влияющих на точностные характеристики в целом.

Во-первых, измерение температуры требуется при включении прибора, для определения ее соответствия температурному диапазону работы прибора. Если температура выходит за пределы рабочего диапазона прибора (слишком высокая или низкая), то следует выдать соответствующее сообщение в канал обмена данными и блокировать включение основных электронных блоков, чтобы уберечь их от повреждения.

Во-вторых, измерение температуры в различных точках механической конструкции прибора позволяет оценить возможные ее деформации и соответствующие отклонения осей чувствительности угловых и линейных датчиков положения от измеренных при калибровке значений.

И, в-третьих, измерения температуры самих навигационных датчиков позволяют выполнять коррекцию их показаний в блоках съема информации, либо во встроенном компьютере при обработке показаний датчиков и решении навигационной задачи. Необходимость таких измерений настолько очевидна, что современные прецизионные акселерометры и лазерные гироскопы обычно изготавливают со встроенными температурными датчиками.

Исходя из условий применения и требуемой точности измерения, оптимальным выбором считается микросхема AD590, которую уже длительное время производит фирма Analog Devices. Это двухвыводной преобразователь температура-ток с линейной характеристикой в широком диапазоне от – 55 до + 150 °С и масштабным коэффициентом 1 мкА/К. При лазерной подгонке его точность может достигать ± 0,5 °С при линейности ± 0,3 °С в

пределах всего рабочего диапазона. Удобство применения обеспечивается широким диапазоном напряжения питания от 4 до 30 В, электрической изоляцией датчика от корпуса (10^{10} Ом), малым временем включения (20 мкс).

Использование микросхемы AD590 совместно с прецизионным АЦП для измерения температуры в климатической камере (рисунок 1) показали, что она соответствует заявленным производителем параметрам и пригодна для применения в инерциальной навигационной системе.

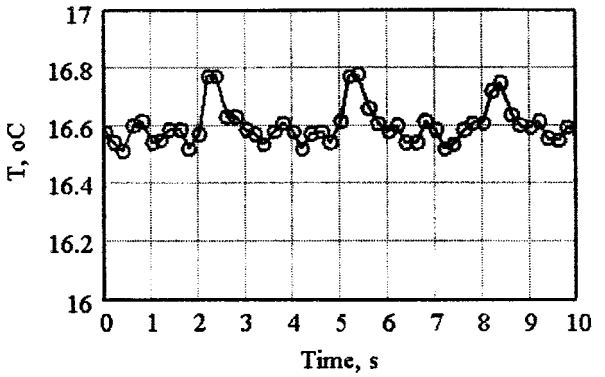

Рисунок 1 – Экспериментальная температурная зависимость, полученная с помощью прецизионного АЦП

Поскольку в одном приборе, как правило, требуется использование нескольких датчиков температуры, была рассмотрена схема подключения AD590 (рисунок 2), предлагаемая производителем.

Для нее, измеряемая температура (в градусах) будет равна напряжению (в милливольтах) на резисторе (1 кОм), которое может быть измерено с помощью АЦП. Дополнительным плюсом такой схемы является то, что для снятия токовых выходных показаний со всех температурных датчиков используется один эталонный резистор, поэтому отклонение его сопротивления от номинала сказывается на показаниях всех датчиков одинаково.

В качестве цифровой микросхемы для питания AD590 был использован декодер 74HC238 фирмы NXP (основанной Philips). Это позволило подключать до 8 температурных датчиков к одному АЦП, используя всего 3 порта микроконтроллера для задания номера (адреса) температурного датчика.

Для съема показаний температуры был применен микроконтроллер семейства MCS-51 со встроенным 12-разрядным АЦП и источником опорного напряжения 1,5 В. Таким образом, единица кода АЦП соответствовала 1500/4096 = 0,37 мВ измеряемого напряжения на образцовом резисторе, что при номинале резистора 1 кОм равнялось соответственно 0,37 °С.

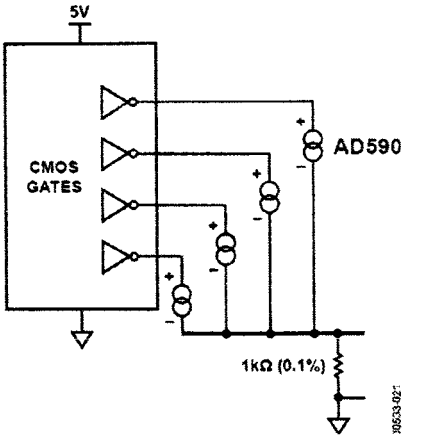

Рисунок 2 – Мультиплексирование микросхем AD590

Основной задачей вышеуказанного микроконтроллера являлось обеспечение работы и снятие показаний подключенного к нему навигационного датчика ускорения (или угловой скорости). Было выявлено, что электрическое соединение с навигационным датчиком дает существенную помеху по цепям питания и приводит к резкому ухудшению точности результатов температурных измерений (рисунок 3).

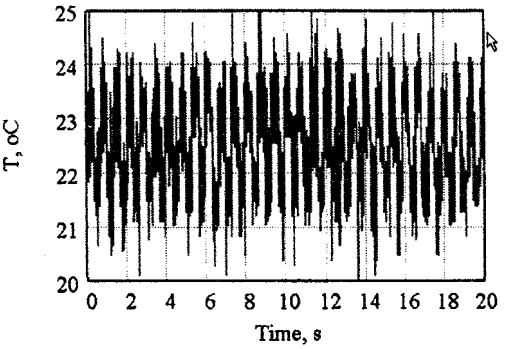

Рисунок 3 – Зависимость показаний температуры при частоте выборок АЦП, равной 300 Гц

Однако применение осреднения показаний АЦП на интервалах времени 4 с и более позволило получить требуемую точность измерения температуры (рисунок 4). Таким образом, проведенные эксперименты подтвердили возможность использования микросхемы AD590 в таком режиме и ее высокую эффективность при измерении тепловых режимов работы датчиков инерциальных навигационных систем.

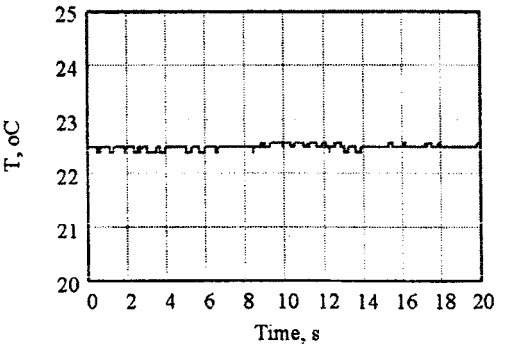

Рисунок 4 – Зависимость показаний температуры при осреднении на интервалах времени 4 с