электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

УДК 004.415.538

Невозмущаемые весы

Студент,
кафедра “Информационные системы и телекоммуникации”: Глошкин А.О.

Научный руководитель: Ю.Н.Павлов,
д.т.н.,профессор кафедры “Информационные системы и телекоммуникации”

МГТУ им. Н.Э. Баумана
gloshkin.a@mail.ru

Задача проведений измерений веса в условиях возмущения различной природы является одной из сложнейших проблем современной метрологии. Данная работа посвящена проблеме корректировки измерений на морских судах. Спрос на аппаратуру обеспечивают рыболовные базы и научно-исследовательские суда. Корабли находятся в длительных экспедициях (от нескольких месяцев до года) в ходе которых необходимо производить множество измерений с высокой степенью точностью.

Природа возмущений

В условиях моря присутствует сильная качка и изменение наклона поверхности. Качка вводит датчик в колебательный режим, изменение наклона меняет распределение сил притяжения относительно оси весовой ячейки. Все это сказывается на качестве работы измерительных датчиков.

Выбор датчика веса

Основными критериями выбора датчика веса стали такие понятия, как минимальный дрейф нуля (отклонение показания датчика без нагрузки от установленного значения с течением времени) и одинаковое отклонение от истинного значения по осям при наклоне. Первый критерий присутствует в спецификации датчиков. Для оценки по второму критерию был проведён эксперимент, в котором датчики веса различного принципа работы наклоняют по осям от 0 до 45 градусов с шагом в 1 градус. В ходе эксперимента был выбран тензодатчик типа балка на изгиб (рис.1).

Рис.1. Тензодатчик типа балка на изгиб

Наибольший предел взвешивания, *кг*	20, 50, 100, 200, 500
Рабочий коэффициент передачи (РКП), *мВ/В*	2,0 ± 0,005
Диапазон значения нуля, *мВ/В*	0 ± 0,02
Класс точности	С3
Суммарная ошибка, *%*	0,02
Повторяемость, *%*	0,01
Ползучесть (30 мин.), *%*	0,017
Температурный дрейф, *%/10°С*	
Нуля	0,014
Сигнала	0,011
Напряжение возбуждения, *В*	
Рекомендуемое	10
Максимальное	15
Сопротивление, *Ом*	
Входное	400 ± 20
Выходное	350 ± 3,5
Изоляции	>2000
Безопасная перегрузка, *% НПВ*	150
Компенсируемый диапазон температур, *°С*	-10 до +40
Рабочий диапазон температур, *°С*	-30 до +80
Масса, *кг*	0,4

Испытательный стенд

Для моделирования условий морских колебаний был собран испытательный стенд в виде платформы подвешенной на длинной нити. Чтобы исключить влияние помех от изменения наклона платформа была подвешена параллельно полу за 4 точки крепления, разнесённые на длину платформы (рис.2). В результате получили плоскопараллельные колебательные перемещения платформы длительного периода.

Рис.2. Испытательный стенд

Снятие показаний датчика веса.

В результате работы тензодатчик выдаёт аналоговые сигнал, которые оцифровываются и передаются в компьютер для дальнейшей обработки. В данной работе применяется динамическое взвешивание, которое требует большое количество измерений в единицу времени.Что влечёт за собой увеличение шума и, следовательно, ухудшение качества сигнала. Приходится использовать дорогой АЦП (аналого-цифровой преобразователь) с качественной фильтрацией, например SHD-ADC/485.

В интерфейсе АЦП есть настройка скорости и фильтрации, что позволяет подобрать оптимальные параметры для работы системы.Устройство модуля SHD-ADC/485 можно увидеть на рисунке 3.

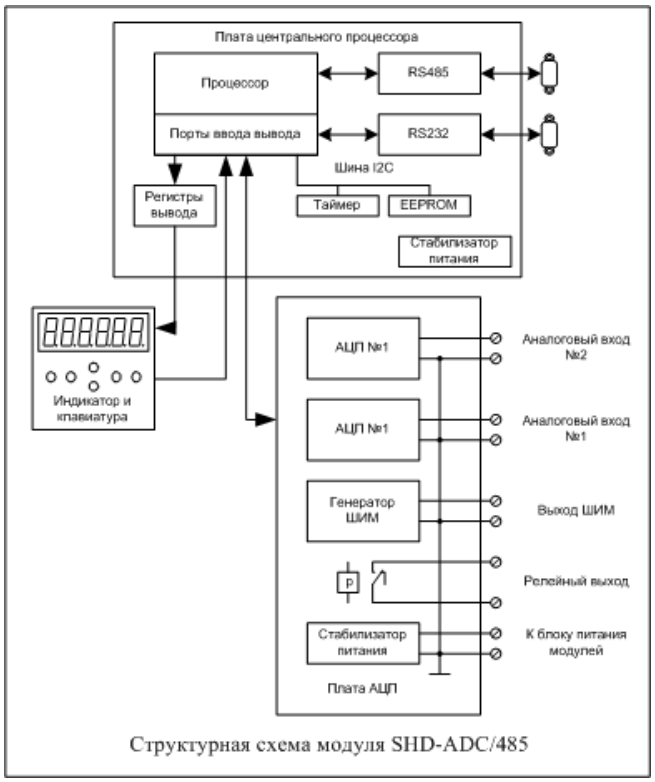

Рис.3. Устройство модуля SHD-ADC/485

Технические характеристикимодуля SHD-ADC/485:

Напряжение источника питания	12 В
Ток, потребляемый прибором от источника питания	не более 0,4 А.
Тип последовательного интерфейса	RS-485
Скорость передачи данных по интерфейсу RS-485	до 2 500 000 bps
Количество устройств, подключаемых по интерфейсу RS-485	до 32
Габаритные размеры	124x125x80 мм.
Количество реле	1
Тип контактов реле	1 НР
Время срабатывания реле	0.1 сек
Количество АЦП	1
Разрядность АЦП	10
Количество ШИМ	1
Разрядность ШИМ	16

Максимальная длина кабеля	1200 м

Коррекция измерений

При плоскопараллельных колебательных перемещениях платформы полученные данные меняются следующим образом (рис.4). На датчик помещён груз 5 килограмм.

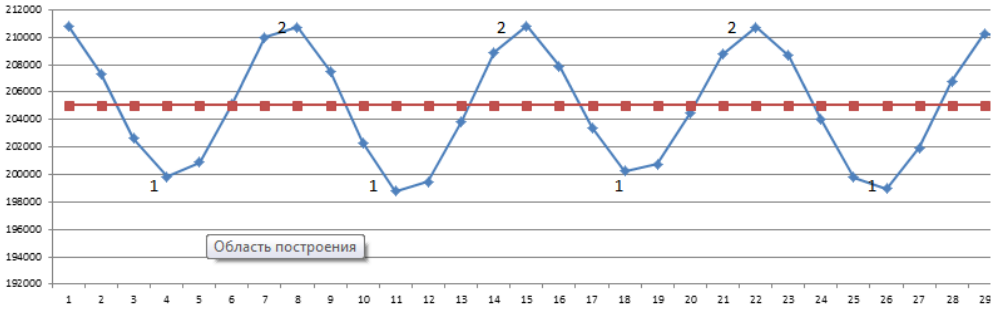

Рис.4. График изменения показаний тензодатчика

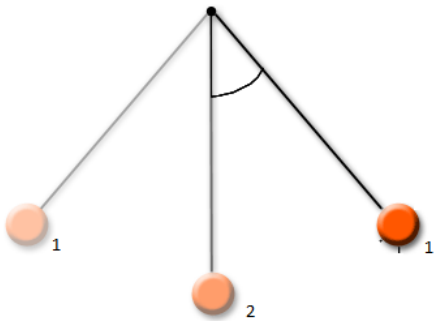

Рис.5. Математический маятник

Красным отмечено показания датчика без колебаний (истинный вес). Сравним полученный график с движением математического маятника (рис.5). Минимальное значение АЦП в точке 1 (точка невесомости), в этой точке сила земного притяжения уравновешивается ускорением платформы. В точке 2 максимальная нагрузка на датчик. Таким образом,проблема коррекции измерения веса сводится к определению формы волнового колебания датчика.

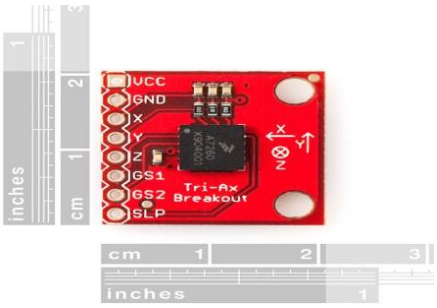

Рис.6. Акселерометр MMA7260Q

Для решения данной проблемы используется 3х осевой акселерометрMMA7260Q (рис.6). Устройствоакселерометр MMA7260Qможно увидеть на рисунке 7.Рассмотрим значения по одной оси (рис.8).

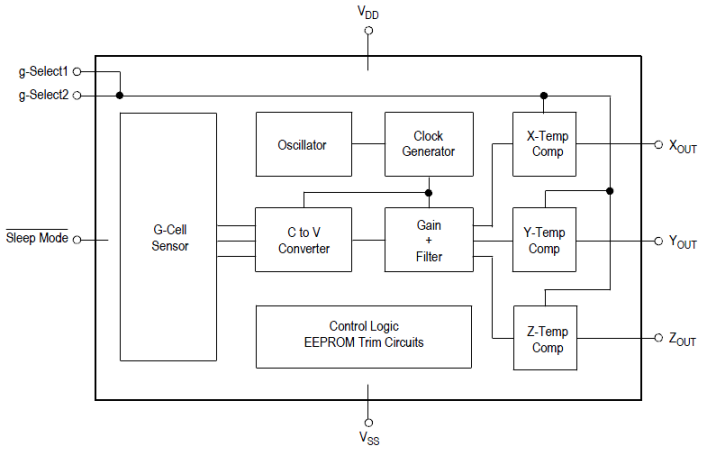

Рис.7. Устройство акселерометр MMA7260Q

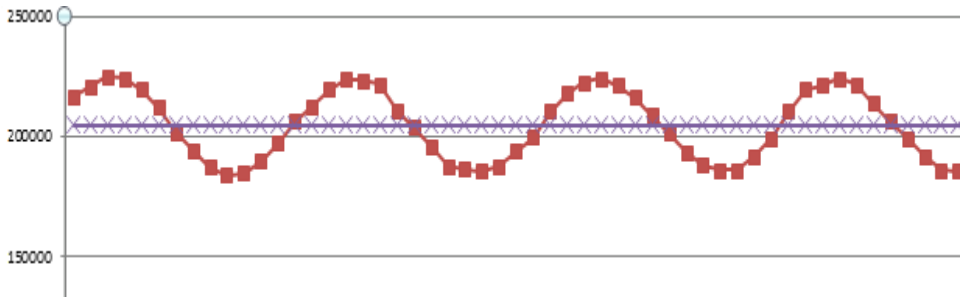

Рис.8. График изменения показаний акселерометра

Согласно показаниям акселерометра вычисляем период колебаний. Период будет одинаковым для всех датчиков. Нахождение истинного веса заключается в нахождении среднего значения АЦП тензодатчика за один период колебания. Для увеличения точности измерений возьмём более одного периода, но при этом возрастает задержка на проведение одного измерения (время работы весов).

В заключении надо отметить, что испытательный стенд создаёт идеальные колебания, которые отличаются от настоящих морских. Требуются эксперименты в реальных условиях и доработка устройства согласно полученным результатам.

Литература

1.Российская морская навигационно-геодезическая компания: http://www.romona.ru/equipment.html
2.Весоизмерительная компания: http://shtrih-m.ru/
3.Колебания уровня волны в мировом океане: http://www.jewellery.org.ua/address/Bezrukov-06.pdf