

Разработанный портативный цифровой термогигрометр помимо измерения и отображения измеренных значений температуры и относительной влажности на встроенном ЖК-дисплее позволяет производить мониторинг окружающей среды в реальном времени с регистрацией полученных данных на удаленном ПК.

### Литература

1. LB-518 – Беспроводной регистратор температуры и влажности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://ru.label.pl/ru/rejestrator-temperatury-wilgotnosci-lb518.html>.
2. Беспроводной мониторинг температурно-влажностного режима. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.eksis.ru/materials/articles/besprovodnoy-monitoring-tempera>.

УДК 004.021

## ВЫЧИСЛЕНИЕ УГЛОВ СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ С НАКЛОННЫМ КАРДАНОВЫМ ПОДВЕСОМ

Магистрант гр. 140421/12 Мельников С. А.

Кандидат техн. наук, доцент Михед А. Д.

Тульский государственный университет, Тула, Россия

При решении задачи ориентации линии визирования (ЛВ) углы поворота двухосного карданова подвеса  $\varphi_x$ ,  $\varphi_z$  системы наведения (СН) не обеспечивают обзор в полной полусфере [1]. При введении в карданов подвес СН дополнительных рамки, требуется преобразовать угловые координаты с учетом движения последней и наклона наружной рамки. При необходимости осуществления наведения на большие углы по высоте  $\varphi_b$  двухосный кардановый подвес устанавливают в дополнительную рамку (ДР) с углом поворота  $\varphi_p$ . ДР имеет постоянный угол  $\varphi_0$  по отношению к азимутальной рамке [2].

Математические зависимости для углов поворота СН с наклонным кардановым подвесом имеют вид [3]:

$$\varphi_z = \arcsin(\sin\varphi_b \cdot \cos\varphi_0 - \cos\varphi_b \cdot \sin\varphi_0 \cdot \cos(\varphi_a - \varphi_p)); \quad (1)$$

$$\varphi_y = \arctg((\cos\varphi_b \cdot \sin(\varphi_a - \varphi_p))/(\cos\varphi_0 \cdot \cos\varphi_b \cdot \cos(\varphi_a - \varphi_p) + \sin\varphi_0 \cdot \sin\varphi_b)). \quad (2)$$

Особенностью наведения такой системы является то, что вычисления углов по уравнениям 1 и 2 осуществляется в двух полусферах, которые разделены плоскостью. Относительно плоскости  $X_0Y_0$  задается направление движения ДР на угол  $\varphi_p$  в положительной полусфере и угол  $\varphi_p$  отрицательной полусфере.

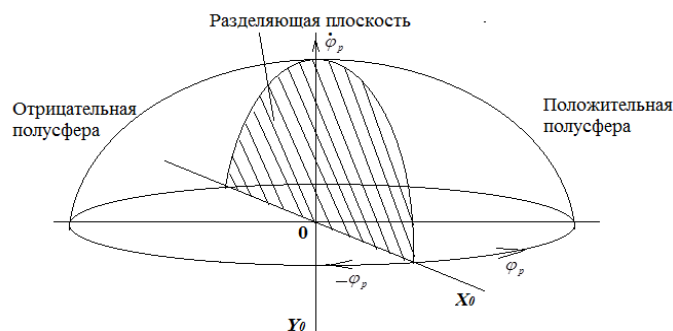


Рис. 1. Определение полусфер поворота СН

Угловая скорость ДР будет иметь направление по оси  $Y_0$ . Поэтому программа расчета углов наведения должна учитывать полярность полусфер от 0 до +180 и от 0 до -180 градусов. К углу поворота ДР  $\varphi_p$  не предъявляют строгих требований по точности, поэтому округление данного угла можно производить до целых. А к углам наведения карданова подвеса  $\varphi_x$ ,  $\varphi_z$  предъявляют более жесткие требования и допускается округление до сотых. Найти решения уравнений можно с помощью программных средств пакета Python. Для решения необходима установка двух библиотек `math` и `scipy`. Библиотека `math` позволяет вычислять тригонометрические функции, а библиотека `scipy` выполняет инженерные расчеты. Для задания приближенной области нахождения решений системы целесообразно использовать функцию `fsolve`.

Так как необходимо вычислить три угла  $\varphi_r$ ,  $\varphi_u$ ,  $\varphi_z$ , то программная запись в среде Python должна иметь систему из трех нелинейных уравнений. Поэтому уравнение для  $\varphi_u$  в среде Python будет записано так же и для  $\varphi_r$ .

### Литература

1. Родионов, В. И. Системы стабилизации и наведения зеркала с наклонным кардановым подвесом / В. И. Родионов, А. Д. Михед. – Известия тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – № 7. – С. 190–196.
2. Родионов, В. И. Динамика системы стабилизации и наведения линии визирования с двухосным наклонным кардановым подвесом / В. И. Родионов, А. Д. Михед. – Известия тульского государственного университета. Технические науки. – 2011. – № 2. – С. 191–195.
3. Михед, А. Д. Кинематика и динамика двухосной системы стабилизации и наведения линии визирования, учитывающая особенности движения зеркала / А. Д. Михед, В. И. Родионов, В. А. Смирнов. – Инженерная физика. – 2010. – № 11. – С. 20–24.

УДК 621.38

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЛЬТЬЕ

Ассистент Микитевич В. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

В настоящее время элементы Пельтье получили широкое распространение. В первую очередь это связано с их массовым производством, а также наличием следующих преимуществ, по сравнению с компрессорными охладителями: отсутствие подвижных элементов, отсутствие хладагента в разных агрегатных состояниях, малые габаритные размеры, простой способ реверсирования (охлаждение-нагрев). Однако элементы Пельтье обладают невысоким коэффициентом полезного действия, что требует правильного выбора режимов работы.

В документации на недорогие элементы Пельтье часто указывают максимальную мощность элемента при максимальной разности температур. Мощность, потребляемую элементом Пельтье, можно разделить на две составляющие. Первая составляющая связана с переносом тепла. Вторая – с нагревом элемента Пельтье, вызванного протекающим током через собственное сопротивление. При малых значениях мощности – малая эффективность охлаждения. При плавном увеличении мощности происходит увеличение эффективности охлаждения, а затем увеличивается тепловыделение и эффективность охлаждения падает. Это связано с тем, что радиатор не обеспечивает должного охлаждения горячей стороны.

Величина тока, протекающего через элемент Пельтье, зависит от разности температур, от приложенного напряжения. Поэтому для стабилизации мощности выполняют регулирование напряжения, а не тока.

Были проведены исследования элементов Пельтье TEC1-12706 и SP1848 (табл. 1).

Таблица 1 – Измеренные параметры элементов Пельтье TEC1-12706 и SP1848

U, В	TEC1-12706				SP1848			
	I, А	t <sub>1</sub> , °С	t <sub>2</sub> , °С	P, Вт	I, А	t <sub>1</sub> , °С	t <sub>2</sub> , °С	P, Вт
0	0,000	23	23	0,0	0,000	23	23	0,0
1	0,188	24	19	0,2	0,320	23	17	0,3
2	0,376	24	15	0,8	0,660	23	11	1,3
3	0,568	24	12	1,7	1,010	24	4	3,0
4	0,760	24	7	3,0	1,366	24	0	5,5
5	0,964	25	5	4,8	1,746	25	-7	8,7
6	1,164	25	2	7,0	2,120	26	-11	12,7
7	1,360	26	0	9,5	2,492	26	-14	17,4
8	1,556	26	-1	12,4	2,856	28	-16	22,8
9	1,752	27	-1	15,8	3,254	29	-17	29,3
10	1,964	28	-1	19,6	3,600	30	-18	36,0
11	2,132	29	0	23,5	3,920	33	-17	43,1
12	2,316	30	0	27,8	–	–	–	–
13	2,494	30	3	32,4	–	–	–	–
14	2,666	32	5	37,3	–	–	–	–