



Анализ полученного изображения (рис. 1) показывает, что величина Ut является входом для многих ФТЭ, с помощью которых можно получить величины электрической, линейной механической и линейной угловой природы, однако отсутствуют величины магнитной природы. Также для этой величины характерно, что она является выходом только для двух величин магнитной природы. Поэтому при работе с этой величиной целесообразно найти и добавить в систему такие ФТЭ электрической, линейной механической и линейной угловой природы, для которых величина теплового воздействия является выходом. Такими эффектами являются: термомагнитный эффект, эффект терморегулирования магнитной емкости.

Заключение

Следует отметить, что рассматриваемый модуль системы находится в процессе разработки, в ходе которой будет получена модификация алгоритмического обеспечения, позволяющего

объединять параллельно идущие ребра в жгуты. Такая необходимость возникает при рассмотрении базы ФТЕ, состоящей из более чем 500 наименований.

Новый алгоритм визуализации значительно снизит нагрузку на изображение и будет лучше демонстрировать тенденции в направлении поиска новых ФТЭ для наполнения базы. Для удобства работы пользователя должна быть предусмотрена возможность указывать запросы для отображения конкретного ФТЭ, выбирать одну из характеристик и отображать тот ФТЭ, который имеет максимальную или минимальную ее величину.

Для пользователя значительный интерес представляет функционал, позволяющий оценивать перекрытие диапазонов входа и выхода для одной и той же величины. Если такого перекрытия нет, то, возможно, нужно искать новый ФТЭ, позволяющий обеспечить требуемый переход.

Список литературы

1. Автоматизированная система поддержки концептуального проектирования физического принципа действия элементов систем управления на основе обратного синтеза : свид. о гос. рег. программы для ЭВМ № 2013616482 / Е. С. Цырульников, А. А. Подгоров, В. М. Зарипова.
2. Ануфриев Д. П., Димов Э. М., Маслов О. Н., Халимов Р. Р. Сравнительная эффективность методов и средств информационной поддержки управленческих решений // Информационные технологии. 2014. Т. 12, № 1. С. 54–67.
3. Гурская Т. Г., Петрова И. Ю. Энергоинформационные модели электрокинетических эффектов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2008. № 1. С. 37–43.
4. Зарипова В. М., Петрова И. Ю. Модель развития средств автоматизации инновационных процессов (computer aided innovation – CAI) // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2012. № 3. С. 111–130.
5. Петрова И. Ю., Зарипов М. Ф. Морфологический анализ и синтез чувствительных элементов систем управления // Датчики и системы. 2002. № 5. С. 10–14.
6. Петрова И. Ю., Киселев А. А. Применение энергоинформационного метода для описания оптических физико-технических эффектов // Геология, география и глобальная энергия. 2006. № 1. С. 236–242.
7. Петрова И. Ю., Шиккульская О. М., Константинова О. С. Научные принципы моделирования многофункциональных датчиков на основе фрактального подхода // Тяжелое машиностроение. 2010. № 6. С. 15–18.
8. Хоменко Т. В. Системный подход к анализу измерительных устройств // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2009. № 1. С. 88–93.
9. Protalinskiy O., Khomenko T., Grigoriev O. Technical Solutions for Conceptual Design Search Automation. World Applied Sciences Journal. 24 (Information Technologies in Modern Industry, Education & Society). 2013. P. 138–144.
10. Zariyova, V. Elaboration of automated system for supporting and training of creative thinking and designing for engineers (INTELLECT-PRO). 2-nd Advanced Research in Scientific Areas ARSA (2012). URL: <http://www.arsa-conf.com/archive/?vid=1&aid=2&kid=60101-45>

© Ю. А. Лежнина, И. Ю. Петрова, Т. В. Хоменко, К. А. Шумак

УДК 004.896

ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПОКАЗАНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА РАССТОЯНИЯ

А. Н. Подгорный, М. А. Агафонов

Астраханский инженерно-строительный институт

В статье рассмотрена зависимость показаний ультразвукового датчика расстояния от температуры и влажности окружающей среды. Были проведены расчеты скорости звука для среды с заданными условиями с применением формулы Лапласа. Графически представлена нелинейная зависимость скорости звука от температуры воздуха. Показана необходимость комплексирования датчиков в измерительной системе для уточнения показаний дальномера. Представлена зависимость показателя адиабаты от влажности воздуха и влияние показателя адиабаты на итоговые расчеты. Представлена математическая модель расчета поправки показаний ультразвукового датчика расстояния в зависимости от показаний датчика температуры и влажности.

Ключевые слова: ультразвук, датчик расстояния, формула Лапласа, температура воздуха, влажность воздуха, показатель адиабаты.



The paper considers the dependence of distance, measured by the ultrasonic rangefinder, on the temperature and humidity of the environment. Sound velocity for the environment with specified conditions was calculated using Laplace's formula. The paper presents a graph of nonlinear dependence of sound velocity on the air temperature. The authors emphasize that the sensors compensation is needed in the measuring system to clarify the rangefinder values. The study shows the dependence of the adiabatic index on the air humidity and illustrates the effect of the adiabatic index on the final calculations. Finally, the paper introduces a mathematical model for calculating values of ultrasonic distance sensor, depending on temperature-and humidity.

Key words: ultrasound, distance sensor, Laplace formula, air temperature, air humidity, adiabatic index.

Задача измерения расстояния до объекта является актуальной для многих отраслей науки и техники. Так, в робототехнике измерение расстояния используется при построении различных систем и механизмов, а также служит базой для создания некоторых навигационных систем мобильных роботов.

С целью измерения расстояния до объекта применяются специальные датчики, которые могут в своей основе использовать различные физические законы.

На сегодняшний день в робототехнике достаточно часто применяются ультразвуковые датчики расстояния. В основу их работы заложено измерение времени прохождения ультразвукового сигнала от излучателя к приемнику. При этом результирующее расстояние до объекта рассчитывается по формуле:

$$S = v * T,$$

где S – расстояние до объекта, v – скорость звука, T – время прохождения сигнала. Если же источник сигнала и приемник совмещены в едином корпусе, то сигнал пройдет двойной путь от источника сигнала до приемника, а формула расчета расстояния приобретает вид:

$$S = \frac{v * T}{2}$$

Как правило, в робототехнике при использовании ультразвуковых датчиков расстояния речь идет о распространении звука в газе (воздухе).

Проблема измерения расстояния с использованием датчиков, учитывающих оценку вре-

мени прохождения сигнала, обусловлена зависимостью измеренного времени от состояния среды распространения. На скорость звука в воздухе оказывают влияние такие факторы, как температура, влажность, атмосферное давление, а также состав воздуха.

В статье предлагается комплексирование показаний датчиков различных характеристик воздуха для уточнения скорости распространения звука.

Рассмотрим влияние каждого из этих факторов на скорость распространения звука.

Для расчета скорости звука в газах используется формула Лапласа:

$$v = \frac{\sqrt{\gamma * R * T}}{m}, \quad (1)$$

где γ – показатель адиабаты, R – универсальная газовая постоянная, T – температура, m – молярная масса (г/моль).

Таким образом, скорость звука в газах зависит от температуры и состава воздуха.

На рис. 1 представлен график изменения скорости звука в зависимости от температуры воздуха. Как видно из этого рисунка, значение скорости звука увеличивается при повышении температуры воздуха, при этом зависимость нелинейная.

Нелинейность можно проиллюстрировать изменением величины приращения скорости звука, связанного с приращением температуры воздуха на один градус Цельсия, при различных температурах (рис. 2).

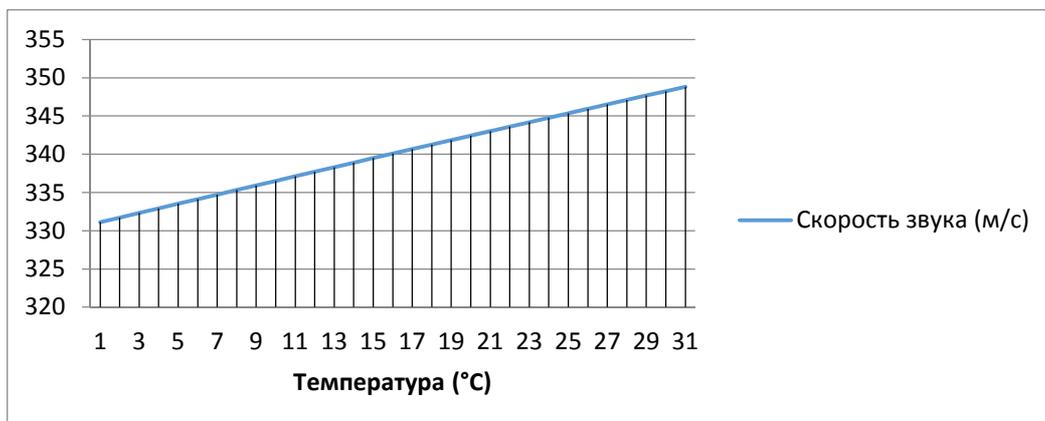


Рис. 1. Зависимость скорости звука от температуры воздуха

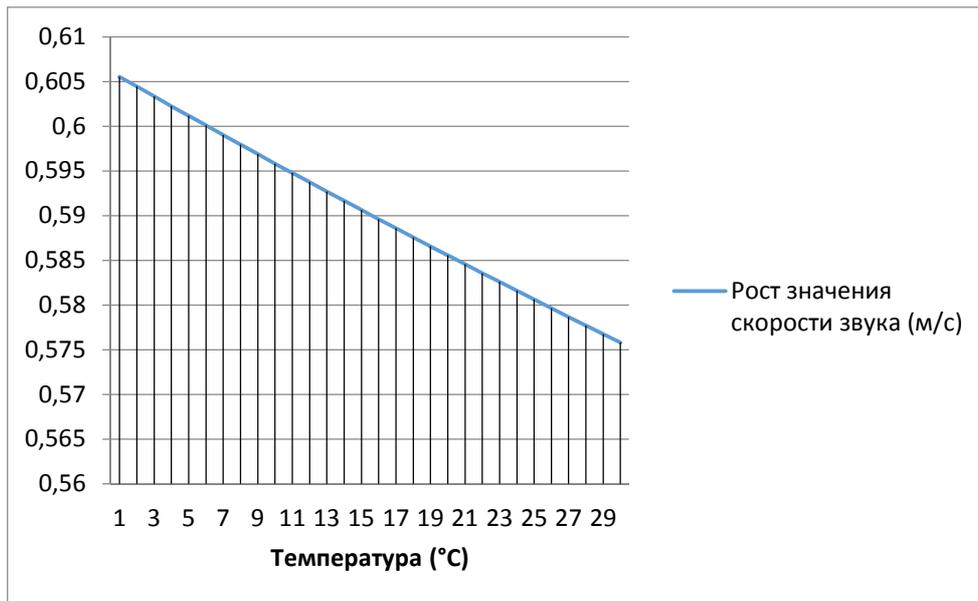


Рис. 2. Приращения скорости звука в расчете на один градус Цельсия при изменении температуры воздуха

Как видно из рис. 2, при изменении температуры от 0 до 28 °C рост значения скорости звука в воздухе уменьшается, что подтверждается нелинейностью зависимости. Тем не менее зависимость близка к линейной, и при необходимости снижения вычислительной сложности соответствующих расчетов можно провести ее линеаризацию.

При расчете расстояний с помощью измерения времени прохождения сигнала подобные изменения скорости звука могут давать значительную ошибку. В случае построения навигационной системы мобильного робота с применением ультразвуковых датчиков расстояния ошибка измерений напрямую влияет на точность позиционирования. Для решения этой проблемы возможно интегрирование нескольких датчиков в измерительной системе. С целью уточнения показаний ультразвукового датчика расстояния в систему необходимо добавить датчик температуры. Это даст возможность динамически рассчитывать скорость звука и производить поправку показаний датчика с учетом температуры окружающей среды.

В таком случае изменение скорости звука будет описываться формулой:

$$\Delta v(T) = \sqrt{\frac{\gamma * R * (T + \Delta T)}{m}}, \quad (2)$$

где ΔT – изменение температуры воздуха.

Изменение показаний датчика можно рассчитать по формуле:

$$\Delta S(T) = \tau * \sqrt{\frac{\gamma * R * (T + \Delta T)}{m}}, \quad (3)$$

где τ – время прохождения сигнала от излучателя к приемнику, а $\Delta S(T)$ – поправка расстояния между роботом и объектом.

Помимо этого, на скорость прохождения ультразвуковых волн в воздухе влияет влажность. Влажность воздуха определяет показатель адиабаты. Зависимость показателя адиабаты от влажности выражается следующей формулой [5] с учетом того, что воздух принимается за двухатомный газ:

$$\gamma = \frac{7+h}{5+h}, \quad (4)$$

где h – относительная влажность воздуха.

На рис. 3 представлена зависимость показателя адиабаты от влажности воздуха. Как видно из этого рисунка, при увеличении влажности воздуха показатель адиабаты уменьшается, следовательно, будет уменьшаться и скорость звука при прочих равных условиях.

На рис. 4 представлена зависимость скорости звука от влажности воздуха при постоянной температуре. Моделирование проводилось для $t = 20$ °C, $\tau = 0,1$ с.

Итоговая математическая модель расчета поправки показаний ультразвукового датчика будет выглядеть следующим образом:

Итоговая математическая модель расчета поправки показаний ультразвукового датчика будет выглядеть следующим образом:

$$\Delta S(T, h) = \tau * \sqrt{\frac{R(7+h)(T+\Delta T)}{m(5+h)}}. \quad (5)$$

На рис. 5 представлена зависимость величины поправки показаний датчика расстояния от температуры для сухого и влажного воздуха (относительная влажность 50 %).

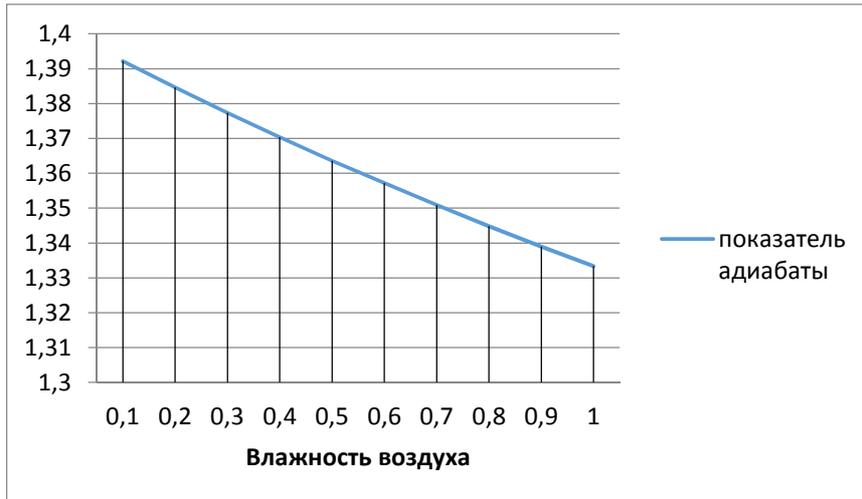


Рис. 3. Зависимость показателя адиабаты от влажности воздуха

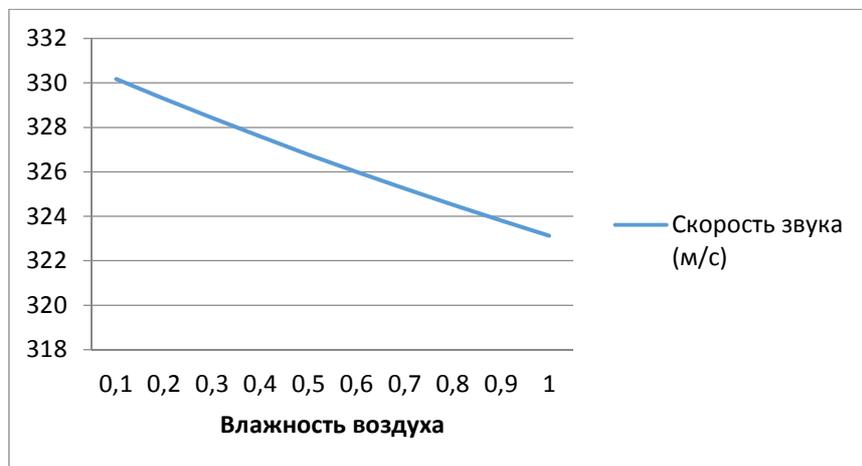


Рис. 4. Зависимость показаний дальномера от влажности воздуха

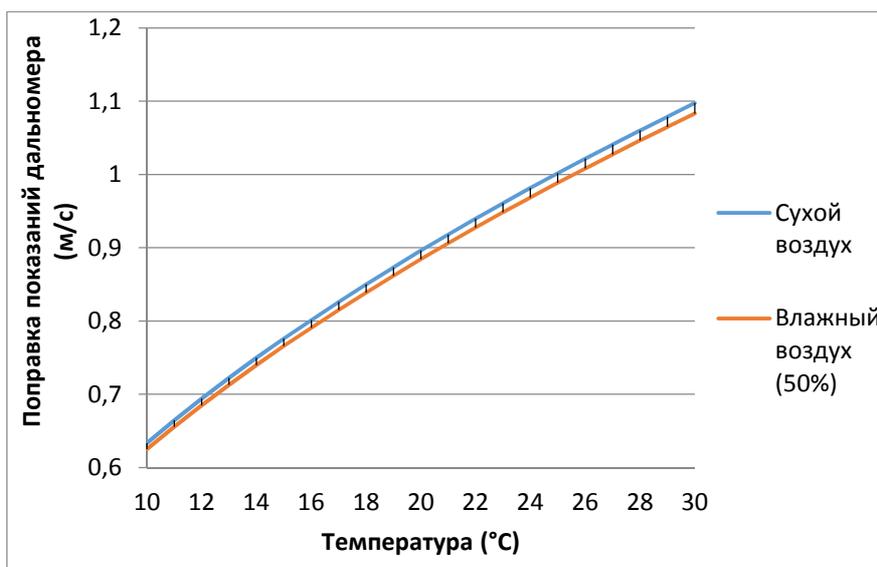


Рис. 5. Зависимость величины поправки показаний датчика расстояния от температуры для сухого и влажного воздуха



Как видно из рис. 5, при изменении влажности воздуха необходимо вводить дополнительную поправку показаний ультразвукового датчика расстояния.

Математическая модель такой комплексной системы датчиков может быть построена на основе энергоинформационных моделей цепей различной физической природы [3, 6, 7], так как в основе этого метода лежат уравнения неравновесной термодинамики, описывающие тепловые процессы и явления влагопереноса однопотными математическими уравнениями [1].

Результаты определения времени прохождения сигнала от объекта могут иметь некоторый разброс, обусловленный изменением состояния среды распространения. Влияние помех может быть ослаблено путем статистической обработки результатов измерений – вычисления

средней величины и дисперсии и отбрасывания результатов со слишком большим отклонением от среднего.

Таким образом, применение в информационно-измерительной системе датчиков температуры и влажности воздуха позволит динамически рассчитывать поправку показаний датчика расстояния, что обеспечит произведение дальнейших вычислений с большей точностью.

Также для повышения точности показаний ультразвукового датчика расстояния возможно внедрение специальной эталонной системы измерения скорости звука, которая позволяет определять реальную скорость звука в пределах конкретного диапазона, либо в пределах габарита робота, либо в пределах рабочей зоны.

Список литературы

1. Зарипова В. М., Петрова И. Ю. Онтологическая база знаний по физико-техническим эффектам // Перспективы развития строительного комплекса. 2013. Т. 1. С. 188–194.
2. Красильников В. А. Ультразвук. URL: http://www.femto.com.ua/articles/part_2/4203.html (дата обращения: 20.09.2014).
3. Петрова И. Ю., Зарипова В. М., Лежнина Ю. А. Датчики для информационно-измерительных и управляющих систем интеллектуальных зданий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. Астрахань : ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2014. № 1 (7). С. 113–120.
4. Скорость звука // Физическая энциклопедия/ под ред. А. М. Прохорова. М. : Сов. энциклопедия, 1988. Т. 4.
5. Dennis A. Bohn. Environmental Effects on the Speed of Sound // J. Audio Eng. Soc. 1988. Vol. 36, № 4.
6. Petrova I., Shikulskaya O., Shikulskiy M. Conceptual modeling methodology of multifunction sensors on the basis of a fractal approach (2014) Advanced Materials Research 875–877. P. 951–956. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.875-877.951
7. Zariyova V., Petrova I. System of Conceptual Design Based on Energy-Informational Model // PROGRESS IN SYSTEMS ENGINEERING, Proceedings of the the 23rd International Conference on Systems Engineering, August, 2014, Las Vegas, NV, Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, 2015. Vol. 1089. P. 365–373.

© А. Н. Подгорный, М. А. Агафонов

УДК 004.658.2

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИЕМОВ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Е. Н. Фабер

Астраханский государственный университет

Описан классификатор приемов улучшения эксплуатационных характеристик термоэлектрических преобразователей, основанный на применении метода анализа первичных научно-технических текстов на основе выделения когнитивных структур. В классификаторе представлена комплексная характеристика термоэлектрических преобразователей, разделенных по приемам, применяемым при их конструировании.

Ключевые слова: термоэлектрический преобразователь, классификатор, обобщенный прием, эксплуатационная характеристика, международная патентная классификация.

The paper describes the classifier of techniques employed to improve operating characteristics of thermoelectric converters. The classifier is based on the analysis of scientific and technical text-sources with emphasis on cognitive structures allocation. Complex characteristics of thermoelectric converters is presented in the classifier; the converters being divided according to techniques applied in their design

Key words: thermoelectric converter, classifier, generalized acceptance, operating characteristic, International Patent Classification.

Двадцатый и начало двадцать первого века по праву считают эпохой электричества.

Практически во всех отраслях деятельности человека применяются технологии, энергетическое обеспечение которых осуществляется с помощью электричества. Одним из перспективных направлений развития альтернативных ис-

точников энергии являются разработка и производство термоэлектрических преобразователей. В настоящее время среднегодовой спрос мирового рынка электроэнергетики достигает нескольких миллионов термоэлектрических модулей и оценивается в десятки миллионов долларов. В ближайшей перспективе спрос мо-