

Министерство образования и науки
Луганской Народной Республики
Государственное образовательное учреждение
высшего образования
Луганской Народной Республики
«Луганский государственный педагогический университет»

ВЕСТНИК



Луганского
государственного
педагогического
университета

Серия 5

Гуманитарные науки.
Технические науки

№ 2(83) • 2022

Сборник научных трудов



Луганск
2022

УДК 08.378.4(477.61)ЛГПУ:[3+62(062.552)]
ББК 95.4я43+60я5+3я5
В 38

Учредитель и издатель
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»

Основан в 2015 г.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
№ ПИ 000196 от 22 июня 2021 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

Черных Л. А. – доктор психологических наук, доцент

Заместитель главного редактора

Ротерс Т. Т. – доктор педагогических наук, профессор

Дейнека И. Г. – доктор технических наук, профессор

Выпускающий редактор

Калинина Г. Г. – заведующий редакционно-издательским отделом

Редактор серии

Темникова С. В. – кандидат технических наук, доцент

Редактор рубрики «Гуманитарные науки»

Дибас О. А. – кандидат исторических наук, доцент

Редактор рубрики «Технические науки»

Калайдо А. В. – кандидат технических наук, доцент

Состав редакционной коллегии серии:

Авершина А. С.	– канд. техн. наук, доц.	Крысенко Д. С.	– д-р. ист. наук, доц.
Атоян А. И.	– д-р. филос. наук	Кудинов В. А.	– д-р. ист. наук, проф.
Бакаева Н. В.	– д-р. техн. наук, проф.	Лепя Р. Н.	– д-р. экон. наук, проф.
Барышева Е. И.	– канд. психол. наук, доц.	Логиновский С. С.	– д-р. филос. наук, доц.
Беспалова Т. В.	– канд. полит. наук, д-р. филос. наук, доц.	Максименко Е. Г.	– д-р. психол. наук
Бредихин А. В.	– д-р. ист. наук, проф.	Михайловская О. Г.	– канд. полит. наук, доц.
Васюк А. Г.	– канд. психол. наук, доц.	Мортиков В. В.	– д-р. экон. наук, проф.
Вербенко И. А.	– д-р. физ.-мат. наук	Муртузалиев С. И.	– д-р. ист. наук, проф.
Горбенко Е. Е.	– канд. физ.-мат. наук, доц.	Поцелуев С. П.	– д-р. полит. наук, доц.
Даренский В. Ю.	– д-р. филос. наук, доц.	Проскурина Е. А.	– д-р. полит. наук, проф.
Дрозд Г. Я.	– д-р. техн. наук, проф.	Резниченко Л. А.	– д-р. физ.-мат. наук, проф.
Дымарский Я. М.	– д-р. физ.-мат. наук, проф.	Сильчева А. Г.	– канд. физ.-мат. наук, доц.
Ерхов Г. П.	– д-р. ист. наук, проф.	Скорород Н. Н.	– канд. экон. наук, доц.
Заика И. П.	– канд. экон. наук, доц.	Татаренко Т. М.	– д-р. полит. наук, проф.
Звонок Н. С.	– д-р. филос. наук, доц.	Чубова И. И.	– канд. психол. наук
Кагермазова Л. Ц.	– д-р. психол. наук	Швыров В. В.	– канд. физ.-мат. наук, доц.
Капустин Д. А.	– канд. техн. наук, доц.	Шевченко М. Н.	– д-р. экон. наук, проф.
Киреева Е. И.	– канд. техн. наук, доц.	Шелюто В. М.	– д-р. филос. наук, проф.
Карпов В. В.	– канд. техн. наук, доц.	Шепко Л. Г.	– д-р. ист. наук, проф.

Вестник Луганского государственного педагогического университета :

В38 сб. науч. тр. / гл. ред. Л. А. Черных; вып. ред. Г. Г. Калинина; ред. сер. С. В. Темникова. – Луганск : Книта, 2022. – № 2(83): Серия 5. Гуманитарные науки. Технические науки. – 132 с.

Настоящий сборник содержит оригинальные материалы ученых различных отраслей наук и групп специальностей, а также результаты исследований научных учреждений и учебных заведений, обладающие научной новизной, представляющие собой результаты проводимых или завершенных изучений теоретического или научно-практического характера.

Адресуется ученым-исследователям, докторантам, аспирантам, соискателям, педагогическим работникам, студентам и всем, интересующимся проблемами гуманитарных и технических наук.

*Издание включено в Перечень рецензируемых научных изданий
(приказ МОН ЛНР №273-ОД от 14 апреля 2022 г.), РИНЦ.*

Печатается по решению Ученого совета Луганского государственного педагогического университета (протокол № 3 от 28.10.2022 г.)

УДК 08.378.4(477.61)ЛГПУ:[3+62(062.552)]
ББК 95.4я43+60я5+3я5

© Коллектив авторов, 2022
© ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Философские науки

Даренская В. Н. Социальный идеал в русской традиционной культуре..4

Семенова О. Н. Концепция этической экономики П. Козловски....13

Исторические науки и археология

Дибас О. А., Милокост Л. С. Российско-польские отношения в 1991–1999 гг.21

Ковшарь М. К. Переход от насильственной к ненасильственной фазе внутривосточного конфликта в Северной Ирландии (1969–1998 гг.) : предпосылки и процесс.....29

Новодран Е. М. Торгово-экономическое сотрудничество Российской Федерации и Сирийской Арабской Республики в 1993–2011 гг.37

Хижняк А. В. Новая ближневосточная политика России: возвращение Москвы в «большую игру» в регионе.....45

Политология

Литвин Л. А. Основные цели внешней политики Франции в период Великой французской революции.....52

Психологические науки

Марусенко Е. А., Ковалева А. В., Выдрин Л. А. Модусы экологического сознания в разных возрастных группах.....60

Бернацкая Л. В. Игротерапия как метод воспитательной практики в коррекции агрессивности и агрессивного поведения дошкольников....67

Бугакова Т.А. Ценностно-смысловые детерминанты брачных отношений в современных семьях.....74

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Физико-математические науки

Дюбо Е. Н. Особенности решения задач линейного программирования на активном множестве.....79

Нечаев Д. В., Тхетелев Ю. В. Особенности калибровки узлов механического дилатометра.....84

Черняков В. Е., Тхетелев Ю. В., Кара-Мурза С. В., Тихий А. А. Методы решения обратной задачи эллипсоидности.....90

Технические науки

Швыров В. В., Гвоздюкова С. Н. Категории рисков, связанных с киберпространством: характер убытков и бизнес-сектора.....96

Корнеева А. Н., Гузенко А. Л. Оценка негативного воздействия прилегающей транспортной инфраструктуры на территорию университета.....105

Экономические науки

Скороход Н. Н. Макроэкономическое равновесие в проекции бюджетной и денежно-кредитной политики.....111

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.....122

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ124

УДК 53.087.4: 53.082.6

Нечаев Денис Викторович,
ст. лаборант кафедры
физики и методики преподавания физики
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
denis_nechaev_3@mail.ru

Техтелев Юрий Владимирович,
зав. лабораторией кафедры
физики и методики преподавания физики
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»
tehtelev@gmail.com

Особенности калибровки узлов механического дилатометра

В работе рассматриваются аспекты градуировки механического дилатометра на базе платформы Arduino. Подробно описаны особенности получения показаний с основных узлов устройства. Результатом исследования стало получение основных градуировочных зависимостей для проведения достоверных измерений.

Ключевые слова: дилатометр, температура, градуировка, LVDT-датчик.

Практически во всех современных отраслях технологий и техники, использующих точное сопряжение деталей в условиях с изменением температурного режима, необходим учёт теплового расширения. Исследования теплового расширения позволяют получать сведения о силах, действующих между атомами, а также оценивать анизотропию и ангармонизм межатомного взаимодействия в твёрдых телах. Точные измерения температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) необходимы также при фундаментальных исследованиях, например, образования точечных дефектов или фазовых превращений в физике твёрдого тела. ТКЛР играет важную роль при решении вопросов прикладного характера, в частности, изучении возможностей применения новых конструкционных материалов с заданными свойствами, соединений материалов с различными ТКЛР, а также материалов, работающих в сложных температурных условиях.

В настоящее время существует большое количество отечественных и зарубежных экспериментальных установок для проведения дилатометрических измерений [1–3]. При этом стоимость подобных решений измеряется десятками тысяч долларов, что является, в силу текущих экономических трудностей, неприемлемым для подавляющего большинства отечественных исследователей. На базе лаборатории кафедры физики и методики преподавания физики Луганского государственного педагогического университета ранее был разработан и сконструирован механический дилатометр на базе платформы Arduino [4]. Перед введением его в работу предстояло провести проверку всех систем, калибровку и настройку всех измерительных узлов. Об особенностях проделанных работ и будет рассказано в данной статье.

Основными измерительными узлами собранного дилатометра являются:

- 1) индукционный датчик, а именно LVDT (Linear Variable Differential Transformer);
- 2) термистор (термосопротивление);
- 3) термопара.

LVDT-датчик ввиду принципа своей работы [4] имеет ряд особенностей. На рис. 1а показано, как изменяется амплитуда дифференциального выходного напряжения E_{OUT} в зависимости от положения ядра внутри сердечника. Максимальное значение E_{OUT} обычно достигает нескольких вольт. Угол сдвига фаз выходного напряжения E_{OUT} относительно первичного напряжения остается постоянным вплоть до нулевой позиции, при пересечении которой сдвиг фаз изменяется на 180 градусов (рис. 1б). Сдвиг фазы можно использовать для определения направления движения относительно нулевой позиции при преобразовании сигнала переменного тока электронным модулем. Тогда выходной сигнал последнего будет иметь вид, как показано на рис. 1в. В данной установке просто сравниваются сигналы вторичных обмоток, что позволяет понять в какой части графика на рис. 1а находится сейчас сердечник.

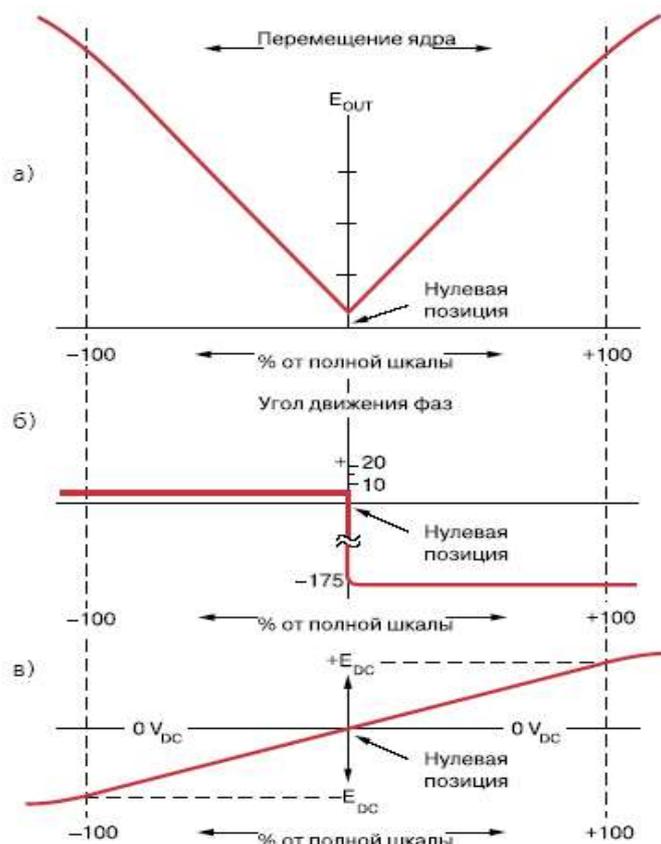


Рис. 1. Параметры сигнала LVDT-датчика: а) – дифференциальное напряжение; б) – сдвиг фазы дифференциального напряжения относительно первичного напряжения; в) – знакопеременный выходной сигнал постоянного тока.

Ввиду того, что реально созданный LVDT-датчик не может похвастаться идеальными прямыми, как на рис. 1а, а также того, что аналого-цифровой преобразователь (АЦП), который измеряет напряжение, имеет неидеальные линейные характеристики, требуется проведение градуировки такой связки во всем диапазоне измерений. Такая процедура была произведена с помощью микровинта держателя точностью до 1 мкм и была получена следующая зависимость напряжения от перемещения (рис. 2).

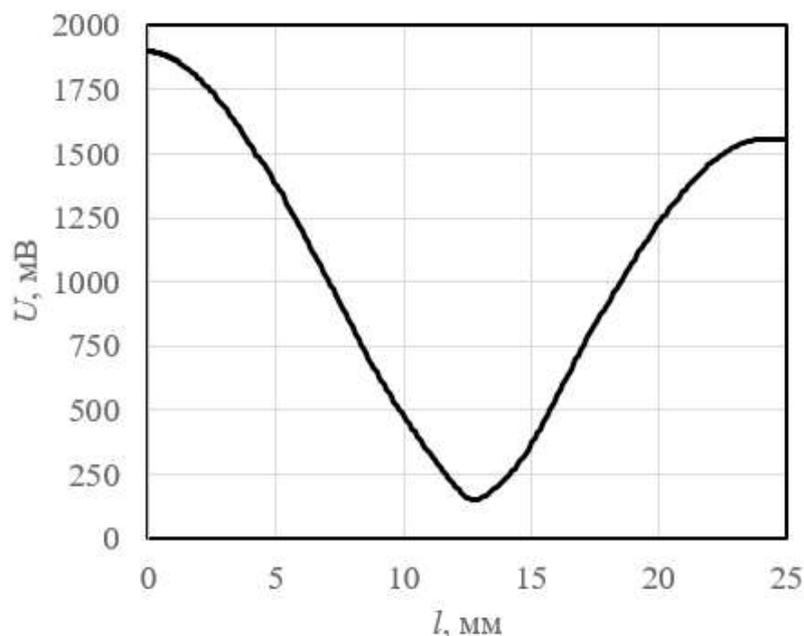


Рис. 2. Зависимость напряжения на LVDT-датчике от линейного перемещения

Как можно заметить, в центральном положении сердечника напряжение на выходе далеко от нуля, что связано, скорее всего, с разной индуктивностью вторичных обмоток. Также, немаловажным показателем для датчика является наклон ветвей на графике: чем резче подъем, тем большую разрешающую способность он может обеспечить. Поэтому участки по краям графика, а также центральная часть (± 1 мм) не могут быть задействованы в измерениях.

В результате калибровки были выявлены следующие характеристики LVDT-датчика:

- максимальное разрешение датчика: 180 мВ/мм;
- минимальная возможная цена деления датчика, которая ограничена разрешением АЦП: 0,22 мкм;
- цена деления датчика (реальная), которая ограничена процедурой калибровки: 1 мкм;
- максимальная длина хода штока: 25 мм;
- предельные размеры измеряемого образца: 10 мм высотой и 10 мм в диаметре;

– минимальное значение ТКЛР для предельного размера образца: $10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Благодаря таким характеристикам, имеется возможность измерения высоты образца до нагрева, а также использования в исследованиях материалов с ТКЛР стали и выше.

В современных устройствах для контактного измерения температур зачастую используются термопары и термисторы. Каждый из них имеет свои области применения и характеристики.

Для контроля температуры холодного спая термопары было решено использовать «бусинковый» NTC (Negative Temperature Coefficient) термистор ($R = 10 \text{ кОм}$ при 25°C). Одним из существенных недостатков таких термисторов, как температурных датчиков, является то, что они не взаимозаменяемы и требуют индивидуальной градуировки. Не существует стандартов, регламентирующих их номинальную характеристику сопротивление — температура. «Дисковые» термисторы могут быть взаимозаменяемыми, однако при этом лучшая допускаемая погрешность не менее 0.05°C в диапазоне от 0 до 70°C .

Температура с термосопротивлений рассчитывается по уравнению Стейнхарта–Харта:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C [\ln(R)]^3,$$

где T – температура, К; R – сопротивление, Ом; A , B , C – константы термистора, определённые при градуировке в трёх температурных точках, отстоящих друг от друга не менее, чем на 10°C .

Процедура калибровки была произведена с точностью до 0.1°C в диапазоне температур от 0 до 50°C . Термистор был погружен в воду со льдом, которая подогревалась в течение часа. Сопротивление датчика измерялось непосредственно АЦП микроконтроллера Arduino. После этого были определены константы термистора и построена зависимость температуры от сопротивления (рис. 3):

$$A = 1.48801 \cdot 10^{-3}, \quad B = 1.73399 \cdot 10^{-4}, \quad C = 3.36436 \cdot 10^{-7}.$$

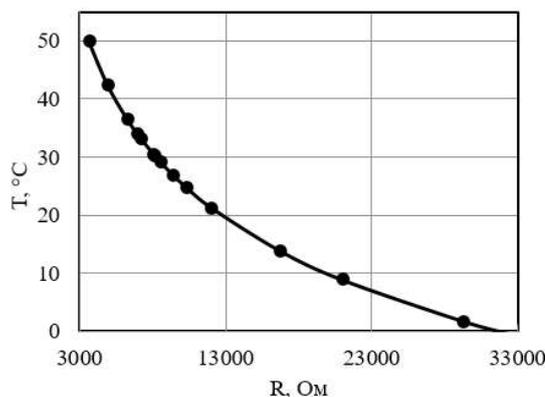


Рис. 3. Зависимость температуры от сопротивления термистора (точки – измерения, кривая – построенная зависимость Стейнхарта–Харта)

Для измерения температуры в нагревателе было решено использовать термопару (хромель-копель) с активным горячим и холодным спаем с рабочим диапазоном от -253 до $+800$ °С. Для грубых измерений ($\pm 5-10$ °С) предполагается, что зависимость термоэлектродвижущей силы (ТЭДС) для данного типа термопары должна быть почти линейной и составлять порядка $70-80$ мкВ/°С. Также не гарантируется линейность измерения ТЭДС с помощью АЦП. Поэтому была произведена градуировка термопары $T(U)$ в диапазоне температур от 20 до 210 °С (рис. 4) с точностью до 1 °С. Горячий спай термопары был погружен в песок, который постепенно нагревался в течение двух часов. При этом температура холодного спая контролировалась ранее проградуированным термистором.

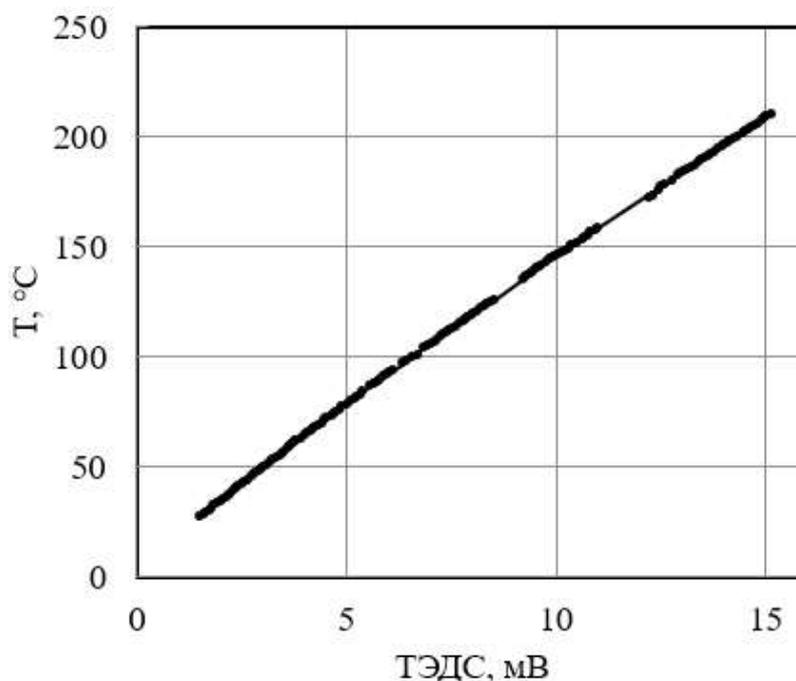


Рис. 4. Зависимость температуры от ТЭДС термопары (точки – измерения, кривая – аппроксимация полиномом 5-го порядка)

Следует заметить, что вышеприведенная зависимость будет справедлива только при температуре холодного спае при 0 °С. Для обхода этого ограничения следует воспользоваться следующим алгоритмом:

- 1) получить значение температуры с термистора;
- 2) определить по кривой зависимости $U(T)$ какому ТЭДС $U_{хол}$ это соответствует;
- 3) получить значение ТЭДС U с термопары;
- 4) вычислить ТЭДС горячего спае $U_{гор}$ по формуле $U_{гор} = U - U_{хол}$;
- 5) определить по кривой зависимости $T(U)$ реальную температуру горячего спае.

Данный алгоритм был также учтен нами в [4].

Произведенная правильная градуировка измерительных узлов любых исследовательских приборов позволяет гарантировать правильность показаний и заявленную точность измерений. Для механического dilatометра данная процедура позволяет перевести это устройство из разряда проекта к разряду программно-аппаратного комплекса dilatометрических измерений.

Список литературы

1. Шарипов, И. З. Dilатометр для измерения теплового расширения образцов малых размеров / И. З. Шарипов, Х. Я. Мулюков // Вестник УГАТУ. Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. – Уфа, 2011. – Т. 15. – № 3 (43). – С. 109–111.
2. Бриндли, К. Измерительные преобразователи : справочное пособие / К. Бриндли – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 113 с.
3. Волков, Д. П. Приборы и методы для измерения теплофизических свойств веществ : методические указания к лабораторным работам по курсу «Теплофизические свойства веществ» / Д. П. Волков, В. А. Кораблев, Ю. П. Заричняк – СПб. : СПб ГУ ИТМО, 2006. – 66 с.
4. Техтелев, Ю. В. Механический dilatометр на базе платформы Arduino / Ю. В. Тхтелев, Д. В. Нечаев // Вестник Луганского государственного педагогического университета : сб. науч. тр. – Луганск : Книта, 2021. – № 1 (57): Серия 5. Гуманитарные науки. Технические науки. – С. 86–93.

**Nechaev D. V.,
Tehtelev Yu. V.**

Peculiarities of calibration of mechanical dilatometer assemblies

The paper discusses aspects of the calibration of a mechanical dilatometer based on the Arduino platform. The features of obtaining readings from the main components of the device are described in detail. The result of the study was to obtain the main calibration dependencies for reliable measurements.

Key words: dilatometer, temperature, calibration, LVDT sensor.