

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

№ 1(57) • 2021

Сборник научных трудов



Луганск  
2021

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:**

<b>Авершина А.С.</b>	– канд. техн. наук	<b>Крысенко Д.С.</b>	– д-р. ист. наук, доц.
<b>Атоян А.И.</b>	– д-р. филос. наук	<b>Кудинов В.А.</b>	– д-р. ист. наук, проф.
<b>Бакаева Н.В.</b>	– д-р. техн. наук, проф.	<b>Лепа Р.Н.</b>	– д-р. экон. наук, проф.
<b>Барышева Е.И.</b>	– канд. психол. наук, доц.	<b>Логиновский С.С.</b>	– д-р. филос. наук, доц.
<b>Беспалова Т.В.</b>	– канд. полит. наук, д-р. филос. наук, доц.	<b>Максименко Е.Г.</b>	– д-р. психол. наук
<b>Бредихин А.В.</b>	– д-р. ист. наук, проф.	<b>Михайловская О.Г.</b>	– канд. полит. наук, доц.
<b>Васюк А.Г.</b>	– канд. психол. наук, доц.	<b>Мортиков В.В.</b>	– д-р. экон. наук, проф.
<b>Вербенко И.А.</b>	– д-р. физ.-мат. наук	<b>Муртузалiev С.И.</b>	– д-р. ист. наук, проф.
<b>Горбенко Е.Е.</b>	– канд. физ.-мат. наук, доц.	<b>Поцелуев С.П.</b>	– д-р. полит. наук, доц.
<b>Даренский В.Ю.</b>	– д-р. филос. наук, доц.	<b>Проскурина Е.А.</b>	– д-р. полит. наук, проф.
<b>Дрозд Г.Я.</b>	– д-р. техн. наук, проф.	<b>Резниченко Л.А.</b>	– д-р. физ.-мат. наук, проф.
<b>Дымарский Я.М.</b>	– д-р. физ.-мат. наук, проф.	<b>Сильчева А.Г.</b>	– канд. физ.-мат. наук, доц.
<b>Ерхов Г.П.</b>	– д-р. ист. наук, проф.	<b>Скороход Н.Н.</b>	– канд. экон. наук, доц.
<b>Заика И.П.</b>	– канд. экон. наук, доц.	<b>Татаренко Т.М.</b>	– д-р. полит. наук, проф.
<b>Звонок Н.С.</b>	– д-р. филос. наук	<b>Чубова И.И.</b>	– канд. психол. наук
<b>Кагермазова Л.Ц.</b>	– д-р. психол. наук	<b>Швыров В.В.</b>	– канд. физ.-мат. наук, доц.
<b>Капустин Д.А.</b>	– канд. техн. наук, доц.	<b>Шевченко М.Н.</b>	– д-р. экон. наук, проф.
<b>Киреева Е.И.</b>	– канд. техн. наук	<b>Шелюто В.М.</b>	– д-р. филос. наук
<b>Карпов В.В.</b>	– канд. техн. наук, доц.	<b>Шепко Л.Г.</b>	– 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, 2021. – № 1(57): Серия 5. Гуманитарные науки. Технические науки. – 120 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 РИНЦ*

*Печатается по решению Ученого совета Луганского государственного педагогического университета (протокол № 2 от 24.09.2021 г.)*

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

© Коллектив авторов, 2021  
© ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ», 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

### Философские науки

- Даренский В.Ю.** К генеалогии понятия «диалог».....4  
**Даренская В.Н.** Гендерные стереотипы в традиционной культуре.....11  
**Расторгуев В.Н.** Глобальная прогностика в цивилизационном измерении.....19

### Исторические науки и археология

- Дибас О.А., Милокост Л.С.** Основные направления в развитии турецко-грузинских отношений в 1991–2019 гг. ....27  
**Крысенко Д.С.** Украинский конфликт 2014 г. в свете глобальной геостратегии США.....35  
**Писаный Д.М.** Ницшеанская апология рабства в контексте исторических реалий второй половины XIX в. ....44

### Политология

- Литвин Л.А.** Концепт биополитики в современной политической науке.....51

### Психологические науки

- Кубатина Ю.А.** Личностная автономия как требование к психологу-профессионалу.....57  
**Шевченко О.В.** Исследование акцентуаций характера у студентов второго курса вуза, направление «Физическая культура и спорт».....62

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Физико-математические науки

- Остапущенко Д.Л.** Представление интеллектуальных агентов вероятностными автоматами и их обучение методом градиента стратегии.....68  
**Савельев В.М.** Исследование поверхностей тензорного произведения плоской кривой на пространственную кривую.....76  
**Техтелев Ю.В., Нечаев Д.В.** Механический дилатометр на базе платформы Arduino.....86

### Технические науки

- Верех-Белоусова Е.И.** Исследование качества питьевой воды источников централизованного и децентрализованного водоснабжения г. Луганска.....94  
**Калайдо А.В., Сердюкова Е.Я.** Радиоактивные вещества и излучения в пищевой промышленности.....100

### Экономические науки

- Мортиков В.В.** Неравновесие на внутреннем рынке труда организации как управленческая проблема.....106

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ** .....111

**ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ** .....113

УДК 53.087.4: 53.082.6

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

**Нечаев Денис Викторович,**  
ст. лаборант кафедры физики и  
методики преподавания физики  
ГОУ ВО ЛНР «ЛГПУ»  
*denis\_nechaev\_3@mail.ru*

## **Механический дилатометр на базе платформы Arduino**

*В работе рассматривается возможность создания дилатометра на современной программно-аппаратной платформе. Подробно описаны принципы работы блоков дилатометра и использованные в них устройства. Результатом исследования стало изготовление автоматизированного механического дилатометра для исследования теплового расширения образцов малых размеров.*

**Ключевые слова:** дилатометр, температурный коэффициент, линейное расширение, Arduino, LVDT.

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 [1–2]. Однако при их использовании исследователи сталкиваются с огромной трудоемкостью и большой продолжительностью проведения измерений. Обычно за один рабочий день удается провести измерения в широком интервале температур не более чем для одного-трех образцов. При такой работе часто возникают ошибки, связанные с невнимательностью оператора. Помимо этого, несовершенство систем регистрации микроперемещений

и методов обработки получаемой с их помощью информации существенно понижают точность измерений, что особенно критично для материалов, обладающих малыми значениями ТКЛР. При этом существует достаточное количество зарубежных дилатометров, которые позволяют проводить исследования в автоматическом режиме без участия оператора. К примеру, зарубежные фирмы Theta Industries Inc, Netsch, Orton, ДИЛ, GST производят различные типы дилатометров [3], в том числе позволяющие производить измерения в вакууме, с высокими скоростями нагрева и т.д. При этом стоимость подобных установок, имеющихся сегодня на рынке, составляет от 6 тыс. \$ (китайского производства) до порядка 100 тыс. \$ (американского и европейского производства), что является, в силу экономических трудностей, неприемлемым для подавляющего большинства отечественных исследователей. Не удивительно, что время от времени появляются работы, описывающие новые дилатометрические установки. Поэтому, актуальным является разработка дилатометра с требуемыми характеристиками с использованием легкодоступных материалов.

На кафедре физики и методики преподавания физики Луганского государственного педагогического университета уже имеется механический дилатометр для определения ТКЛР. Он имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, вывод измеряемых величин производится на самописец КСП-4 в виде графиков на бумаге, которые нужно дополнительно вручную обрабатывать и заносить в таблицу. Во-вторых, система линейного нагрева работает некорректно: вместо линейного повышения температуры линейно повышается напряжение на нагревателе. А, как известно, зависимость количества теплоты, а, следовательно, и температуры, от напряжения нелинейная. В-третьих, термостат с помещенным в него холодным спаем термопары имеет неприемлемые теплоизоляционные свойства, что приводит к некоторому дрейфу показаний температуры. В-четвертых, в качестве измерителя линейных перемещений используется механотрон, который имеет ограниченный срок службы.

Целью данной работы является модернизация текущей установки дилатометра. Для ее достижения были поставлены следующие задачи:

- 1) проанализировать современное состояние исследований дилатометрии;
- 2) исследовать существующие аппаратные и приборные недорогие решения, которые можно применить в установке;
- 3) организовать автоматическое управление и вывод информации с помощью ПК;
- 4) собранное устройство должно работать в условиях обычной исследовательской лаборатории, т.е. без мощных промышленных наводок, агрессивных сред и повышенных требований к надежности;
- 5) разработать схему и собрать обновленный дилатометр.

Для этого в качестве аппаратно-программного средства была выбрана платформа Arduino. Она используется как для создания автономных объектов, так и для подключения к программному обеспечению через проводные и беспроводные интерфейсы. Подходит для начинающих пользователей с минимальным входным порогом знаний в области разработки электроники

и программирования. К тому же, на этой платформе уже был собран действующий dilatометр [4].

Близость численных значений ТКЛР различных материалов в области комнатных температур, как правило, характеризует слабую зависимость данной величины от чистоты и предыстории материалов, дополнительно подчеркивают её фундаментальный характер и связь с основными константами материала и его внутренним строением. Поэтому, тепловое расширение является важной и информативной характеристикой твёрдых тел, которая связана со структурными и термодинамическими характеристиками материала.

Тепловое расширение описывается коэффициентами теплового линейного расширения для твёрдых тел и теплового объёмного расширения для жидких тел [5]. Для количественной характеристики теплового расширения твёрдых тел используется дифференциальный ТКЛР, который определяемый как:

$$\alpha = \frac{1}{L(T)} \frac{\partial L(T)}{\partial T}, \quad (1)$$

где  $L(T)$  – длина тела при температуре  $T$ . Для удобства инженерных расчётов тепловое расширение тел также характеризуют интегральным (средним) ТКЛР в температурном интервале  $(T_1 - T_0)$ :

$$\alpha_{cp} = \frac{1}{L_0} \frac{L_1 - L_0}{(T_1 - T_0)} \quad (2)$$

где  $L_0, L_1$  – длины тела при температурах  $T_0$  и  $T_1$  соответственно. В случае анизотропной среды температурные коэффициенты линейного расширения кристаллов всех кристаллографических классов, кроме кубического, зависят от направления относительно кристаллографических осей. В этом случае ТКЛР является тензорной величиной  $\alpha_{ij}$ .

Основным управляющим узлом dilatометра была использована плата Arduino Nano. Она имеет достаточное количество аналоговых и цифровых контактов для подключения всех устройств, малые габариты, а также необходимые параметры производительности. Обмен данными с компьютером происходит по кабелю USB.

В современных устройствах для контактного измерения температур зачастую используются термопары и термисторы (термосопротивления). Каждый из них имеет свои области применения, а также достоинства и недостатки.

Преимуществами термопар является их надёжность, дешевизна, высокая точность измерения температур (до  $\pm 0,01$  °C), и высокий диапазон измерения (от  $-250$  °C до  $+2500$  °C). Из основных недостатков можно отметить: необходимость контроля температуры свободных концов, наводки электромагнитных полей на провода термопары.

Для термосопротивлений характерными преимуществами являются относительно высокая точность (обычно лучше  $\pm 1$  °C), хорошо известные коэффициенты для определения зависимости сопротивления от температуры. Из «минусов» термисторов выделяют относительно малый диапазон измерений (по сравнению с термопарами), дороговизну, а также потребность в дополнительном источнике питания для задания тока через датчик.

Поэтому для измерения температуры в нагревателе было решено оставить термопару (хромель-копель) с активным горячим и холодным спаем, а для контроля температуры холодного спая использовать бусинковый NTC (Negative Temperature Coefficient) термистор ( $R = 10 \text{ кОм}$  при  $25^\circ\text{C}$ ). Так как холодный и горячий спай должны быть разнесены друг от друга, то сигнальные провода обязательно экранировались. Холодный спай термопары и термистор помещаются в термостат на основе бытового сосуда Дьюара.

Для контроля и измерения перемещений особый интерес представляют индукционные датчики, а именно LVDT (Linear Variable Differential Transformer). Такие датчики преобразуют прямолинейное перемещение объекта, с которым он связан механически, в электрический сигнал. К отличительным особенностям рассматриваемых датчиков можно причислить очень большой динамический диапазон измеряемых перемещений (от мкм до 0,5 м) и возможность работать в самых жестких условиях эксплуатации. Первое следует из принципа действия, а второе — из конструктивного исполнения.

На рис. 1 схематично представлена конструкция LVDT-датчика, основными составляющими которого являются первичная и две вторичные обмотки (как правило, обмотки расположены на неподвижном сердечнике) и подвижное ядро.

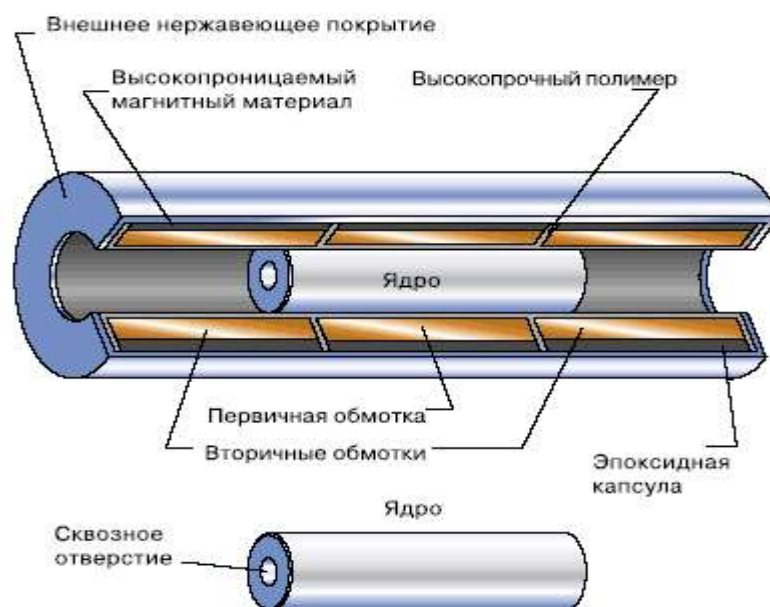


Рис. 1. Конструкция LVDT-датчика

Первичная обмотка размещена симметрично между двумя идентичными вторичными обмотками. Катушки расположены на цельном термостабильном армированном полимере и заключены в герметичную оболочку, защищающую их от попадания влаги и агрессивных сред. Подвижное ядро, выполненное из высокопроницаемого магнитного материала, имеет цилиндрическую форму и свободно перемещается по внутренней полости датчика. Электропитание первичной обмотки осуществляется переменным синусоидальным напряжением – обычно 3 В, 3 кГц. Выходным сигналом датчика является разность напряжений вторичных обмоток – дифференциальное напряжение. Обычно дифференциальное переменное напряжение преобразуется встроенным электронным модулем в сигнал постоянного тока.

На рис. 2 проиллюстрирован принцип действия LVDT-датчика. Если подвижное ядро находится строго в центре (так называемая нулевая позиция), то магнитное поле, создаваемое первичной обмоткой  $P$ , симметрично, следовательно, магнитные потоки через вторичные обмотки  $S_1$  и  $S_2$  равны, а значит равны и ЭДС  $E_1$  и  $E_2$ , индуцируемые в этих обмотках, а значит равно нулю дифференциальное напряжение. Если же подвижное ядро смещается относительно нулевого положения, то искажается симметрия магнитного поля – через одну из вторичных обмоток, в зависимости от положения ядра, проходит больший магнитный поток, нежели чем через другую. Следовательно, различаются и ЭДС, индуцируемые во вторичных обмотках, – чем больше магнитный поток, тем больше ЭДС.

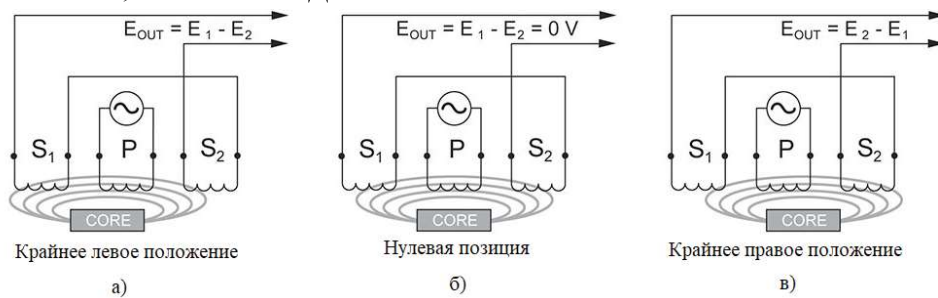


Рис. 2. Принцип действия LVDT-датчика

Из принципа действия и конструкции LVDT-датчика следует ряд очевидных преимуществ:

- 1) отсутствие трущихся частей, а, следовательно, практически неограниченная механическая износостойкость;
- 2) высокая чувствительность: минимальная величина измерения ограничивается шумом и разрешением индуцирующего прибора;
- 3) повышенная защита от выбега за пределы трансформатора;
- 4) одно направление чувствительности;
- 5) устойчивость к воздействию внешней среды;
- 6) повторяемость нулевой точки: положение нулевой точки чрезвычайно стабильно и повторяемо даже при сверхшироких температурных диапазонах;
- 7) хорошие динамические свойства.



Исходя из вышесказанного, а также конструкционной простоты таких датчиков, был изготовлен собственный LVDT-датчик с требуемыми параметрами. Для расчета параметров катушек использовалась программа Coil32. Каждая из катушек состоит из 1000 витков медного провода с лаковым покрытием толщиной 0,1 мм, намотанных на керамический стержень с отверстием. В качестве ядра используется ферритовый сердечник. Для питания первичной обмотки требуется синусоидальное переменное напряжение 1,8 В частотой 4 кГц. Дифференциальное переменное напряжение с выхода датчика затем выпрямляется, усиливается и поступает на АЦП. Для определения положения ядра относительно середины датчика учитывается не сдвиг фазы напряжения между вторичной и первичной обмотками, а соотношение ЭДС  $E_1$  и  $E_2$ .

Поскольку микроконтроллеры – это цифровые устройства, то они не могут генерировать синусоидальную волну простым кодированием. Существует два популярных способа получения синусоидальной волны от микроконтроллера – это использование плат ЦАП и создание синусоидального ШИМ сигнала (SPWM). Из готовых модулей ЦАП можно использовать платы на базе таких микросхем как: AD9833, AD9850, AD9851. К сожалению, платы Arduino (кроме Due) не поставляются со встроенным ЦАП. Для этого можно создать свой собственный ЦАП, используя простой метод R2R, а затем использовать его для создания гладкой синусоидальной волны. Но для уменьшения нагрузки на микроконтроллер лучше использовать более оптимальный метод создания сигнала SPWM и затем преобразовать его в синусоидальную волну.

Исследуемый образец должен линейно нагреваться в печи, поэтому требуется устройство, которое бы могло это делать на протяжении всего измерения без участия человека. Так как печь работает от переменного напряжения, то для этого следует использовать семисторный диммер с возможностью управления им с микроконтроллера.

Чтобы диммер мог соблюдать условия линейности роста температуры, он должен регулироваться с помощью обратной связи от температуры в печи (которая определяется в нашем случае термпарой). Такие задачи решаются обычно пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД)-регулятором – устройством с обратной связью, применяемым в автоматических системах управления для поддержания заданного значения параметра. Благодаря своей универсальности они широко применяются в различных технологических процессах. В использованной нами схеме ПИД-регулятор реализован программно на базе того же микроконтроллера Arduino.

Для оцифровки сигналов с датчиков используются такие устройства, как АЦП. В нашем случае встроенный в микроконтроллер Arduino АЦП измеряет падение напряжения на термисторе. Для остальных измерений его разрядности (точности) уже недостаточно, поэтому была приобретена плата на базе микросхемы AD7705, который отлично показывает себя в задачах низкочастотных измерений. Этот сигма-дельта 16 битный АЦП имеет встроенный усилитель входного сигнала с программируемым коэффициентом усиления, что позволяет изменять пределы измерения в диапазоне от 0-20 мВ до 0-2,5 В. В качестве альтернативы можно использовать и другие доступные модели АЦП: CJMCU-7705, ADS1115, ADS1220, ADS1256.

Для работы с механическим dilatометром с помощью ПК было написано соответствующее приложение. Код программы написан на языке C++ в среде разработки Visual Studio 2019 и поэтому требует предварительной установки дистрибутива .NET Framework минимум 4 версии. Требуемая операционная система – Windows XP SP3 и новее.

Программа может получать данные с dilatометра, выводить их на график, а также сохранять в текстовый файл. Дополнительно есть возможность настраивать условия процесса измерений, регулировать юстировочные коэффициенты, сохранять и подгружать файл с настройками. Чтобы микроконтроллер Arduino, установленный в dilatометр, мог управлять им и снимать показания с датчиков, под него был разработан и программный код (скетч) в среде Arduino IDE.

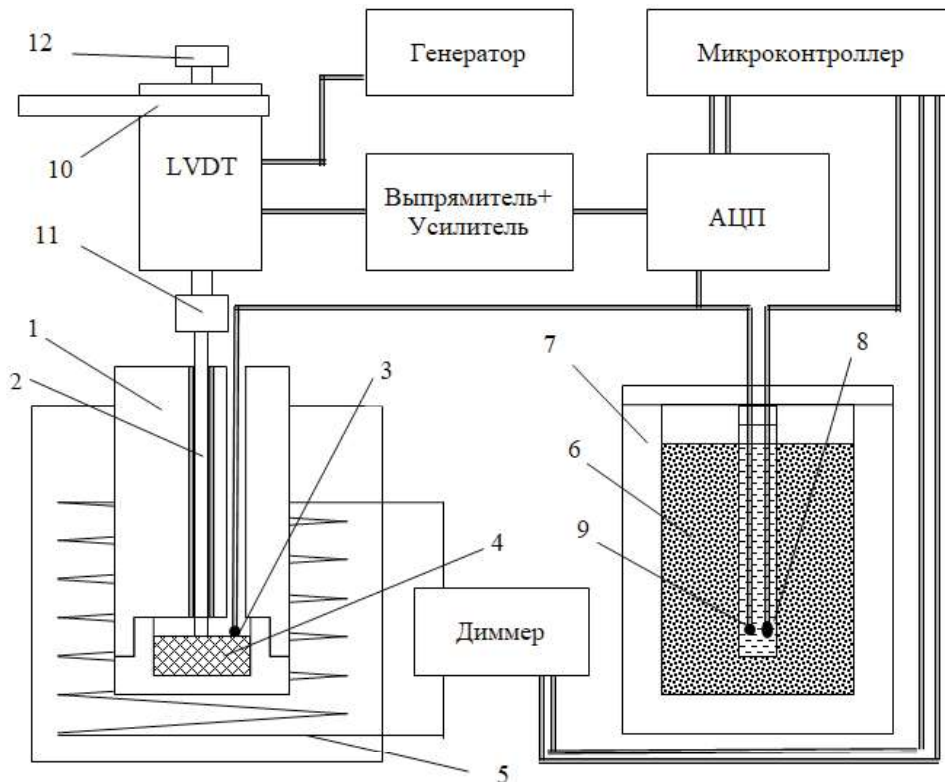


Рис. 3. Блочная схема устройства dilatометра

Далее была разработана электрическая схема dilatометра, куплены недостающие комплектующие. Все платы и элементы управления были размещены в едином корпусе.

Dilatометр (рис. 3) состоит из металлического цилиндра 1 со штоком 2 и термопарой 3. Один конец штока контактирует с поверхностью исследуемого образца 4, а другой со штоком LVDT-датчика через переходную шайбу 11. На верхний конец штока датчика установлена шайба 12, которая предотвращает его случайное выпадение, а также задает диапазон хода. LVDT закреплен на

стойке 10, имеющей микровинт для точной регулировки высоты. На входы датчика подключен генератор, а с выходов сигнал поступает на блок усиления, где он преобразуется в удобный удвоенный сигнал постоянного тока. Питание нагревателя 5 осуществляется управляемым с микроконтроллера диммером, что гарантирует поддержание постоянной скорости возрастания температуры образца. Холодный спай термопары 9 и термистор 8 помещены в запаянную пробирку с маслом, которая опускается в сосуд Дьюара 7. Тающий лед с водой 6 поддерживают температуру внутри сосуда около 0°C на протяжении нескольких часов.

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- разработан и изготовлен автоматизированный механический dilatометр для исследования ТКЛР образцов малых размеров;
- разработан программный комплекс, который автоматизирует работу dilatометра, а также производит математическую обработку данных и определение ТКЛР;
- для проведения измерений на dilatометре не требуется трудоемкая подготовка образцов.

### Список литературы

1. Шарипов И.З. Dilatометр 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. Букетов А.В. Автоматизированный модульный dilatометр с вертикальным розташуванням камер / А.В. Букетов [та ін.] // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2016. – № 1. – С. 127–133.
5. Походун А.И. Экспериментальные методы исследований. Измерения теплофизических величин : учебное пособие / А.И. Походун, А.В. Шарков. – СПб. : СПб ГУ ИТМО, 2006. – 87 с.

Tehtelev Y.V.,  
Nechaev D.V.

### Mechanical dilatometer based on Arduino platform

*The paper considers the possibility of creating a dilatometer based on a modern software and hardware platform. The principles of operation of the dilatometer units and the devices used in them are described in detail. The result of the research was the manufacture of an automated mechanical dilatometer for investigating the thermal expansion of small-sized samples.*

**Key words:** dilatometer, temperature coefficient, linear expansion, Arduino, LVDT.